







# রসায়নের গোড়ার কথা

দ্বিতীয় ভাগ

CHEMISTRY

( দশম মানের জন্য )

মেদিনীপুর কলেজের রসায়নশাস্ত্রের অধ্যাপক

অধ্যাপক শ্রীপতি দে, এম এস্ সি

প্রণীত

যাদবপুর ইউনিভার্সিটির রসায়ন শাস্ত্রের অবসরপ্রাপ্ত অধ্যাপক ও

বর্তমান নবেস্ত্রপুৰ রামকৃষ্ণ মিশন কলেজের রসায়ন শাস্ত্রের অধ্যাপক

শ্রীবিজয়কালী গোস্বামী, এম এস্ সি

কতৃক স শোধিত ও পৰিবৰ্ধিত

মডার্ন বুক এজেন্সী প্রাইভেট লিমিটেড

১০, বঙ্কিম চ্যাটার্জী স্ট্রীট

কলিকাতা ১২



প্রকাশক ,  
শ্রীদীনেশচন্দ্র বসু  
মহার্ণ বুক এজেন্সী প্রাইভেট লি.  
১ , বঙ্কিম চ্যুটার্জী স্ট্রীট  
কলিকাতা—১২

প্রথম সংস্করণ, ১৯৫৯

একমাত্র পরিবেশক  
বি বি ব্রাদার্স এণ্ড কো  
কলেজ হষ্টেল রোড  
গোহাটী আসাম

মুদ্রাকর  
শ্রীঅজিতকুমার বসু  
শক্তি প্রেস  
২৭৩ বি, হরি ঘোষ স্ট্রীট কলিকাতা ৬

## ভূমিকা

এই পুস্তকের প্রথম ভাগ এক বৎসর পূর্বে নবম শ্রেণীর সিলেবাস অমুসরণ করিয়া লেখা হয়। এইবার দ্বিতীয় ভাগ দশম শ্রেণীর জ্ঞান অমুমোদিত সিলেবাস অমুসাবে দশম শ্রেণীর ছাত্রছাত্রীদের উপযোগী করিয়া লিখিত হইল। পূর্বের পদ্ধতি অমুসারে মৌল ও যোগ পদার্থের ই রাজী নাম বা লায় লিখিত হইল। পুস্তকের এই দ্বিতীয় ভাগেও যন্ত্রপাতির ই রাজী ও বা লা ছই প্রকাব নামই ব্যবহৃত হইয়াছে এবং ছবির দ্বারা যতদূর সম্ভব তাহাদেব ব্যবহার দেখান হইয়াছে। এই পুস্তক প্রায়ন বিষয়েও ই বাজীতে লেখা প্রামাণ্য গ্রন্থসমূহেব সাহায্য লওয়া হইয়াছে। এই পুস্তকের পাণ্ডুলিপি আমাব শ্রদ্ধয় অধ্যাপক শ্রীবিজয়কালী গোস্বামী মহাশয় যত্নসহকাবে দেখিয়া দিয়াছেন এবং ইহার প্রকাশনে আমাকে যথেষ্ট সাহায্য কবিয়াছেন। তজ্জন্ম আমি তাহার নিকট বিশেষ কৃতজ্ঞ। এবাবেও পুস্তকখানি যাহাতে ভ্রমপ্রমাদ শূন্য হয় তাহার জ্ঞান আপ্রাণ চেষ্টা করিয়াছি তবে কতদূর কৃতকার্য হইয়াছি তাহা সুধী শিক্ষকবৃন্দ অধ্যাপনাকালে আমাকে জানাইলে আমি বিশেষ কৃতজ্ঞ থাকিব।

পরীক্ষার মান কি প্রকাবেব ইবে তাহা এখনও জানা নাই। সেই কারণে পুস্তকে এমন অনেক বিষয় সন্নিবেশিত হইয়াছে যাহা হয়ত স্কুল ফাইনালের ছাত্রদেব পক্ষে না জানিলেও চলিতে পাবে। তবে যতদূর সম্ভব সিলেবাস অমুসারে পুস্তকখানি লেখা হইয়াছে এবং স্থানে স্থানে পরিষ্কারভাবে বিষয়টি বুঝাইবার জ্ঞান কিছু সিলেবাস বহির্ভূত জিনিষ স্থান পাইয়াছে। এক্ষণে পুস্তকখানির উপযোগিতা বিষয়ে বিচারের ভার সুধী শিক্ষকবৃন্দ ও স্কুলমাবমতি ছাত্রছাত্রীদের উপর ত্ত্ব হইল। এবাবও সুধী শিক্ষকবৃন্দেব নিকট আমার সনির্বন্ধ অমুরোধ এই যে পুস্তকখানিকে আরও উন্নততর করিবার জ্ঞান তাহাবা আমাকে পবামর্শ দিয়া আন্তরিক কৃতজ্ঞতাপাশে আবদ্ধ করিবেন। ইতি—



---

**SYLLABUS OF CHEMISTRY**  
**FOR**  
**HIGHER SECONDARY EXAMINATION**  
**CLASS—X**

*Course Content*

*Notes*

1 Hydrogen peroxide preparation properties and uses

2 (a) Law of conservation of mass

Laws of definite proportion and multiple proportions Examples to illustrate the laws

(b) Dalton's Atomic Theory

3 Nitrogen and its compounds

(i) Ammonia—Preparation (laboratory method as also synthesis\*) properties uses Catalytic oxidation to nitric oxide and nitric acid \*

Ammonium salts—their uses  
Oxidation in the soil

(ii) Sodium and Potassium nitrates Preparation of nitric acid (from nitrates and from ammonia) reactions of nitric acid (a) as an acid (b) as an oxidising agent

(D—Demonstration by teacher)

D—Apparatus for distillation under reduced pressure

D—Apparatus to show that it holds good for burning of charcoal phosphorus or magnesium as also for other types of reactions

Explanation of the laws of chemical combination by weight by this theory may well be omitted

\*Description of commercial plants not required

Refrigeration Visit to an ice factory

Only an elementary treatment of the action of nitric acid on metals in general is required

*Course Content**Note*

Nitrates action of heat on them

(iii) Nitric oxide and nitrogen peroxide as reduction products of and in relation to nitric acid

Use of nitrous oxide in anaesthesia

(iv) The Nitrogen cycle necessity of using nitrogenous fertilisers

3 1 (a) Phosphorus as a chemical analogue of nitrogen

Preparation of phosphorus from phosphatic minerals white and red phosphorus

Tri and pentoxide Ortho phosphoric acid (only preparation from bone ash and from phosphorus pentoxide) use of superphosphate of lime as manure

(b) Arsenic as another member of the same family use of arsenates and arsenites

4 Carbon and its oxides

(a) Allotropic forms of carbon—uses of graphite and charcoal

(b) Chalk limestone and marble Laboratory and commercial preparation of carbon dioxide its properties and uses

Detailed study of these oxides is not required

D—Chart of the Nitrogen cycle

Treatment of the contents not to exceed one page

Treatment only in a short paragraph

Only definition and illustration of allotropy required

D—Different allotropic forms

D—To show use of charcoal for absorbing gases and for removing undesirable colouring matters

D—Chart of lime kiln

Simple fire extinguishers

## Course Content

## Note

### Carbonates and bicarbonates

D—Washing soda and baking powder

Composition of carbon dioxide by weight and by volume

D—Chart or assemblage of experimental arrangement

The Carbon Cycle Mineral waters

D—Chart of the Carbon or Carbon Dioxide Cycle

(a) Carbon monoxide—preparation, properties and uses

5 Behaviour of gases—Boyle's Law and Charles Law Gas equation

Experimental verification of these laws is not required in Chemistry

6 Gay Lussac's Law of Gaseous Volumes

7 Avogadro's Law and its applications

(i) (a) Relation between molecular weight and vapour density

(b) Establishment of formulae of gases from their volumetric composition

(c) Determination of atomic weights of elements Numerical problems

(ii) Gram molecule gram molecular weight Problems

8 Simple calculations from equations of reacting weights of substances and volumes of gases

9 Chlorine and its compounds

(i) (a) Sodium chloride Preparation and properties of hydrogen chloride volumetric composition

D—Apparatus for showing volumetric composition of the gas

### Chlorides

## Course Content

## Notes

(b) Chlorine—Its production by the oxidation of hydrochloric acid and by electrolysis of the acid and of chlorides, properties

Only the chemistry of Weldon's and Deacon's Processes required

(c) Bleaching powder

Only preparation use and formula (without discussion)

D—Bromine and iodine

(ii) Fluorine bromine and iodine as other members of the halogen family

Use of aqueous hydrofluoric acid iodine in medicine

D—Etching of glass

10 Sulphur and its compounds

(i) Sulphur its extraction and uses

(ii) Sulphur dioxide—Preparation ;

Allotropic forms and the behaviour of sulphur on heating are not required

(a) by oxidation of sulphur and sulphide ores

Description of burners not required

(b) from sulphites

(c) from sulphuric acid

Properties uses as a bleaching agent and as a preservative

(iii) Sulphuric acid Chemistry of its manufacture by lead chamber process and by contact process Its properties (a) as an acid (b) as a dehydrating agent

Descriptions of commercial plants are not required

Sulphates Alum

(iv) Hydrogen sulphide—Preparation and properties Use as a laboratory reagent

Sulphides

# সূচীপত্র

( দশম মানের জন্য )

১৫৮ বিষয়

পৃষ্ঠা

১৫৮ দ্বাদশ অধ্যায় হাইড্রোজেন পার অক্সাইড ✓

১

অবস্থান প্রস্তুতি মাকের পারহাশড্রল বিগুদ্র হাইড্রোজেন  
পার অক্সাইড হাইড্রোজেন পার অক্সাইডের ধর্ম হাইড্রোজেন  
পার অক্সাইডের অভীক্ষণ হাইড্রোজেন পার অক্সাইডের ব্যবহার

১৫৮ Questions

১৫৮ ত্রয়োদশ অধ্যায় ভরের নিত্যতা সূত্র ✓

১০

বাতিক দহনের পরীক্ষা কয়লাব দহনের পরীক্ষা ল্যাভয়সিয়ালের

১৫৮ পরীক্ষা ল্যাভোয়েলের পরীক্ষা Questions

১৫৮ চতুর্দশ অধ্যায় রাসায়নিক সংযোগ সূত্রসমূহ ✓

১৭

জড়ের নিত্যতা সূত্র স্থিতিস্থাপক সূত্র গুণস্থাপক সূত্র  
মিথোস্থাপক সূত্র তুল্যক স্থাপক সূত্র গ্যাসায়ন সূত্র

১৫৮ ডাল্টনের পরমাণুবাদ Questions

১৫৮ পঞ্চদশ অধ্যায় অ্যামোনিয়া ✓

২০

প্রস্তুতি অ্যামোনিয়ার গুণ উৎপাদন অ্যামোনিয়ার ধর্ম  
অ্যামোনিয়ার অভীক্ষণ অ্যামোনিয়ার ব্যবহার, হিমাধিক,

১৫৮ অ্যামোনিয়াম লবণ Questions

১৫৮ ষোড়শ অধ্যায় নাইট্রিক অ্যাসিড ✓

৪৪

নাইট্রেট নাইট্রিক অ্যাসিড অবস্থান ও প্রস্তুতি নাইট্রিক  
অ্যাসিডের গুণ উৎপাদন ধূমায়মান নাইট্রিক অ্যাসিড  
নাইট্রিক অ্যাসিডের ধর্ম ধাতু উপর নাইট্রিক অ্যাসিডের  
ক্রিয়ার বাদ অম্লরাজ নাইট্রিক অ্যাসিডের পরীক্ষা নাইট্রিক  
অ্যাসিডের ব্যবহার নাইট্রিক অ্যাসিড হাইড্রোজেন নাইট্রোজেন  
ও অক্সিজেনের যোগ নাইট্রেট এবং নাইট্রেটের উপর তাপের  
ক্রিয়া নাইট্রেটের ব্যবহার Questions



১১

পৃষ্ঠা

৬৭

সপ্তদশ অধ্যায় : নাইট্রোজেনের অক্সাইডসমূহ

(ক) নাইট্রাস অক্সাইড—প্রস্তুতি এবং ধর্ম (খ) নাইট্রিক অক্সাইড—প্রস্তুতি শোধন এবং ধর্ম ও ব্যবহার (গ) নাইট্রোজেন টেট্রাক্সাইড বা পার অক্সাইড—প্রস্তুতি এবং ধর্ম Questions

অষ্টাদশ অধ্যায় নাইট্রোজেন চক্র ✓

৭৮

৯ নাইট্রোজেন বন্ধন এবং নাইট্রোজেন চক্র Questions

ঊনবিংশ অধ্যায় (ক) ফস্ফোরাস ✓

৮৪

ফস্ফোরাস আবিষ্কারের কাহিনী নাইট্রোজেন ও ফস্ফোরাস একই প্রকার রসায়ন ধর্মী অবস্থান খনিজ ফস্ফেট হইতে ফস্ফোবাস প্রস্তুতি ফস্ফোরাসের বিভিন্নীকরণ ফস্ফোবাসের বহুরূপতা লোহিত ফস্ফোরাসের প্রস্তুতি ফস্ফোবাসের ধর্ম—শ্বেত ফস্ফোরাস ও লোহিত ফস্ফোরাসের ধর্ম শ্বেত ফস্ফোরাস হইতে লোহিত ফস্ফোরাস এবং লোহিত ফস্ফোরাস হইতে শ্বেত ফস্ফোবাস উৎপাদন ফস্ফোরাসের ব্যবহার ফস্ফোবাসের অভীক্ষণ, দিযাশলাই শিল্প, ফস্ফোরাসের অক্সাইড ও অক্সি অ্যাসিডসমূহ ফস্ফোরাস টাই অক্সাইড ফস্ফোরাস পেন্টে অক্সাইড অর্থো ফস্ফোবিক অ্যাসিড ফস্ফোরিক অ্যাসিডের পরীক্ষা কৃত্রিম ফস্ফেট সার আরসেনিক আরসেনাইট ও

/ আরসেনেট Questions

বিশ অধ্যায় কার্বন ও ইহার অক্সাইড

১১৩

অবস্থান কার্বনের বহুরূপতা ও রূপান্তর শটকাকার কার্বন—হীরক এবং গ্রাফাইট অনিয়তাকার কার্বন—অসার ভূগা কয়লা

৮ পাথুরে কয়লা কোক কয়লা ও গ্যাস কার্বন Questions

দ্বাবিংশ অধ্যায় কার্বনের অক্সাইড ✓

১২৭

কার্বন ডাই অক্সাইড—প্রস্তুতি প্যা উৎপাদন ধর্ম কার্বন ডাই অক্সাইডের সংযুক্তি কার্বনেট ও বাই কার্বনেট খৌত সোডা ও বেকিং সোডার কার্বন চক্র খনিজ তেল কার্বন মনোক্সাইড—

প্রস্তুত প্রণালী, কার্বন মনোক্সাইডের ধর্ম কার্বন মনোক্সাইডের

বিষয়

পরীক্ষা কার্বন মনোক্সাইডের ব্যবহার কার্বন মনোক্সাইডের  
আয়তনিক স যুতি কার্বন মনোক্সাইড ও কার্বন ডাই অক্সাইডের

★ তুলনা Questions

দ্বাবিংশ অধ্যায় গ্যাসের আচরণ ✓

১৫৭

গ্যাসীয় পদার্থ ও তাহার বিশিষ্ট ধর্ম টরিসেলীর পরীক্ষা বয়েল  
সূত্র চার্লসের সূত্র প্রসারাক্ষ চাপের সূত্র উষ্ণতার পবন স্কে-  
পরম স্কেলের উষ্ণতা অনুসারে চার্লসের সূত্র বয়েল ও চার্লসের  
স যুক্ত সূত্র মিশ্র গ্যাসের চাপ—ডালটনের অ শ চাপসূত্র আর্দ্র  
গ্যাস Questions

★ ত্রয়োবিংশ অধ্যায় গে লুসাকের গ্যাসায়তন সূত্র ও ✓

অ্যাভোগাড্রো প্রকল্প

১৭৬

গে লুসাকের গ্যাসায়তন সূত্র বার্তেলিয়াসের সিদ্ধান্ত অ্যাভো  
গাড্রো প্রকল্প অ্যাভোগাড্রোর অনুবাদেব ভিত্তিতে ডালটনের  
পরমাণুবাদের স শোধন অ্যাভোগাড্রো প্রকল্পের উপকারিতা  
(১) মৌলিক গ্যাসের অণু দ্বি পরমাণুক (১) গ্যাসের আণবিক  
ওজন =  $2 \times$  তাহার বাষ্পীয় ঘনত্ব, (৩) প্রমাণ উষ্ণতা ও চাপে  
এক গ্রাম অণু পবিমাণ যে কোন গ্যাসের আয়তন একই হয় এবং  
তা ২২.৪ লিটার (৪) আয়তনিক স যুতি হইতে যৌগিক গ্যাসের  
আণবিক স কেত নির্ণয় (৫) মৌলিক পদার্থের পাবমাণবিক

ওজন নির্ণয় গ্রাম পরমাণু গ্রাম অণু Questions

★ চতুর্বিংশ অধ্যায় ওজন ও আয়তন সম্পর্কিত গণনা

১৯৮

ওজন স ক্রান্ত গণনা ওজন ও আয়তন স ক্রান্ত গণনা আয়তন

★ ও আয়তন স ক্রান্ত গণনা Questions

পঞ্চবিংশ অধ্যায় ক্লোরিন ও ইহার যৌগ ✓

২২৫

সোডিয়াম ক্লোরাইড—প্রস্তুতি ধর্ম ও ব্যবহার হাইড্রোক্লোরিক  
অ্যাসিড গ্যাস বা হাইড্রোজেন ক্লোরাইড প্রস্তুতি পণ্য উৎপাদন  
ধর্ম ব্যবহার অভীক্ষণ এবং আয়তনিক স যুতি ক্লোরিন—  
অবস্থান, প্রস্তুত প্রণালী পণ্য উৎপাদন ধর্ম অভীক্ষণ এবং

ব্যবহার, রিচি পাউডার—পণ্য উৎপাদন ধর্ম ব্যবহার বিরঞ্জন

২২৭ প্রশালী এব রিচি পাউডাবের স ক্তে Questions

ষড়বিংশ অধ্যায় হালোজেন গোষ্ঠী ✓

২৬৮

ফ্লুরোরিন—অবস্থান প্রস্তুতি ও ধর্ম হাইড্রোক্লোরোবিক অ্যাসিড  
—প্রস্তুতি ধর্ম ব্যবহার এব কাচ খাদাই ব্রোমিন—অবস্থান  
প্রস্তুতি পণ্য-উৎপাদন। বিপ্লবীকরণ ধর্ম অভীক্ষণ এব ব্যবহার  
আয়োডিন—অবস্থান প্রস্তুতি পণ্য উৎপাদন বিপ্লবী সম্পাদন  
ধর্ম অভীক্ষণ এব ব্যবহার হালোজেন গোষ্ঠীর তুলনামূলক  
আলোচনা Questions

সপ্তবিংশ অধ্যায় সলফার ও তাহার যোগসমূহ ✓

২৯৯

সলফার—অবস্থান উৎপাদন উপজাত সলফার সলফারের  
রূপভেদ সলফারের সাধারণ ধর্ম সলফারের ব্যবহার  
Questions

অষ্টাবিংশ অধ্যায় সলফার ডাই অক্সাইড ✓

৩১১

অবস্থান প্রস্তুতি পণ্য উৎপাদন ধর্ম অভীক্ষণ ব্যবহার কার্বনিক  
অ্যাসিড ও সলফিউরিক অ্যাসিড ও তাহাদের লবণ সলফাইডের  
উপস্থিতিতে কার্বনেটের পরীক্ষা। সলফার ট্রাই অক্সাইড

২২৭ Questions

উনত্রিংশ অধ্যায় সলফিউরিক অ্যাসিড ✓

৩২৫

✓ প্রস্তুতি—চেয়ার পদ্ধতির রাসায়নিক শিল্প পরীক্ষাগারে চেয়ার  
পদ্ধতি অনুসরণ করিয়া সলফিউরিক অ্যাসিড উৎপাদন চেয়ার  
পদ্ধতি দ্বারা সলফিউরিক অ্যাসিডের পণ্য উৎপাদন, পরীক্ষাগার  
প্রশালী এব পণ্য উৎপাদন প্রশালীর তুলনা চেয়ারে উৎপন্ন  
সলফিউরিক অ্যাসিডের গাঢ়ীকরণ, চেয়ার অ্যাসিডের বিপ্লবীকরণ  
সম্পর্ক পদ্ধতি চেয়ার ও সম্পর্ক পদ্ধতির তুলনা, সলফিউরিক  
অ্যাসিডের ধর্ম ব্যবহার, সলফেট লবণ, অ্যালম বা ফটকিরি,  
Questions

বিষয়

ত্রিংশ অধ্যায় : হাইড্রোজেন সলফাইড সলফিউরেটেড  
হাইড্রোজেন অথবা হাইড্রোসলফিউরিক অ্যাসিড

অবস্থান, প্রস্তুতি—সংশ্লেষণী পদ্ধতি পরীক্ষাগার প্রণালী  
বিশুদ্ধীকরণ, ধর্ম, পরীক্ষাগারে হাইড্রোজেন সলফাইডের বিকারক  
হিসাবে ব্যবহার সলফাইড হাইড্রোজেন সলফাইড এবং ধাতব  
সলফাইডের অভীক্ষণ Questions

প্রয়োজনীয় সমীকরণসমূহ

৩৬২

পরিভাষা

৩৭১

---



# রসায়নের গোড়ার কথা

## দ্বিতীয় ভাগ

( দশম মানব জন্ম )

দ্বাদশ অধ্যায়

হাইড্রোজেন পার অক্সাইড

• ( Hydrogen peroxide )

সংকেত  $H_2O_2$  আণবিক ভর—৩৪। অণুপেক্ষিক গুরুত্ব—১৪৭।  
ঘনত্ব— ১.০৪ (৪°C)।

১৮১৭ খ্রিস্টাব্দে ইশা থেনার্ড ( Thénard ) কর্তৃক আবিষ্কৃত হয়।

অবস্থান হাইড্রোজেন পার অক্সাইড অস্থায়ী দ্রব। সেই কারণে প্রচুরিত  
সামান্যতঃ শীতল করা হয়। বায়ুতে হাইড্রোজেন পুড়িবার সময় এই অতি  
অল্প পরিমাণে উদ্ভূত হয়।

প্রস্তুতি সামান্য বেরিয়াম পার অক্সাইড বা সোডিয়াম পার অক্সাইডের  
উপর পাতলা ( dilute ) মিনারেল ( mineral ) অ্যাসিড দ্রব দ্বারা দ্রব  
হাইড্রোজেন পার অক্সাইড প্রস্তুত করা হয়।

পরীক্ষাগারে সোদক বেরিয়াম পার অক্সাইডের লেই ( paste ) প্রস্তুত করিয়া  
তাহা ধীরে ধীরে বাষ্পে স্থিত এবং বরফ দ্বারা শীতলীকৃত পাতলা সলফিউরিক  
অ্যাসিডে একপাত্রে যোগ করা হয় যাহাতে দ্রবণে সামান্য অ্যাসিড পড়িয়া থাকে।  
অধিক পরিমাণ বেরিয়াম সলফেট হইতে হাইড্রোজেন পার অক্সাইডের দ্রবণ পরিষ্কার  
দ্বারা পৃথক করা হয়।

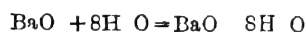
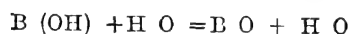
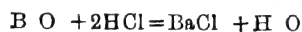


পরিষ্কৃত দ্রবণে ৩ হইতে ৪% হাইড্রোজেন পার অক্সাইড থাকে।

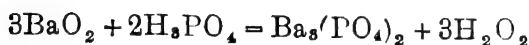
১—(২য়)

**জটিল** বাজাবে যে বেরিয়াম পার অক্সাইড পাওয়া য় তাহা অনর্দ্র ( anhydrous ) এবং তাহার সহিত পাতলা সলফিউরিক অ্যাসিডের ক্রিয়ার ফলে বেরিয়াম সল ফট এন হাইড্রো জেন পার অক্সাইড উৎপন্ন হয় বাটে কিন্তু বেরিয়াম পার অক্সাইডের উপর অদ্রাব্য বেরিয়াম সলফেটেব আস্তরণ পড়ে বলিয়া রাসায়নিক ক্রিয়া শীঘ্রই বন্ধ হইয়া যায়। সেই কারণে বাজারের বেরিয়াম পার অক্সাইডকে প্রথমত নিম্নে বর্ণিত উপায়ে সোদক বেরিয়াম পার অক্সাইড (  $BaO \cdot 8H_2O$  ) পরিবর্তিত করা হয়।

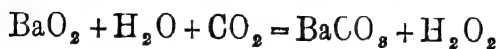
বাজারের বেরিয়াম পার অক্সাইড চূর্ণ করিয়া একটি বীকারে িএন ববফ দ্বারা গীলীকৃত পাতলা হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিডে একটু একটু করিয়া যোগ করা হয় যাহা সামান্য অ্যাসিড পড়িয়া থাকে তখন তাহাতে বেরিয়াম হাইড্রোক্সাইডের দ্রবণ করিয়া অ্যাসিড ক প্রশমিত করা হয়। এই অবস্থায় অ্যালুমিনিয়াম হাইড্রোক্সাইড  $[Al(OH)_3]$  সিলিকা (  $SiO_2$  ) অধঃক্ষিপ্ত হয়। দ্রবণকে পরিশ্রাব করিয়া পরিশ্রুত দ্রবণকে বেরিয়াম হাইড্রোক্সাইডের সঙ্গে দ্রবণে মিশ্রণ করিলে সোদক বেরিয়াম পার অক্সাইডের সাদা কেলাস অধঃক্ষিপ্ত হয়।



সলফিউরিক অ্যাসিডের পরিবর্তে ফসফোরিক অ্যাসিড (  $H_3PO_4$  ) ব্যবহার করা যায়।



**মার্কেস পদ্ধতি ( Merck's Process )** বীকারে কিছুটা জল রাখিয়া তাহা ববফ দ্বারা ঠাণ্ডা করা হয়। সেই ঠাণ্ডা জলে বেরিয়াম পার অক্সাইডের অল্প চূর্ণ যোগ করা হয়। তাহার পর বীকারটিকে ববফে বসাইয়া রাখিয়া ভালভাবে দ্রবীভূত করণ ডাই অক্সাইড গ্যাস মিশ্রণে ভিতর দিয়া জটিলভাবে চালনা করা হয় তাহাতে অদ্রাব্য বেরিয়াম কার্বোনেট গঠিত হয় এবং দ্রবণ শা ড্রোজেন পার অক্সাইড উৎপন্ন হয়। পরিশ্রাবণ দ্বারা বেরিয়াম কার্বোনেট অপসারণ করিলে পরিশ্রুত শাড্রোজেন পার অক্সাইডের দ্রবণ পাওয়া যায়।



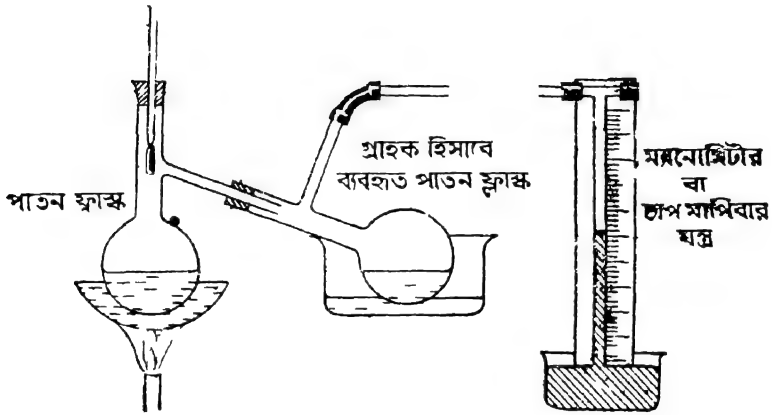
**মার্কেস পারহাইড্রল ( Merck's perhydrol )** হাইড্রোজেন পার অক্সাইডের 30/ দ্রবণকে পারহাইড্রল বলে। ইহার মিল্ল উৎপাদন নিম্নলিখিত উপায়ে হইয়া থাকে।

## হাইড্রোজেন পার-অক্সাইড

20% মাত্রার সলফিউরিক অ্যাসিডের দ্রবণকে ববক দ্বারা শীতল করা হয়। তাহাতে ক্রমে ক্রমে নির্ধারিত পরিমাণ সোডিয়াম পার অক্সাইড যোগ করা হয়।



শৈত্যের প্রভাবে সোডিয়াম সলফেটেব প্রায়  $\frac{1}{2}$  অংশ  $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$  (Glauber's salt) এবং কলাসক্রাপ দ্রবণ হইতে পৃথক হইয়া যায়। হাইড্রোজেন পার অক্সাইডের দ্রবণ আশ্রাবণ দ্বারা পৃথক করিয়া অমূণ্ড্রণ পাতন (distillation)



চিত্র ১

in vacuo) করা হয়। শেষ পাতন অংশ গ্রহণ করা হয় এবং ভাল ছিপিয়ুক্ত বোতলে ভর্তি করিয়া Merck এবং পার হাইড্রল বলিয়া বাজারে বিক্রয় করা হয়।

**বিশুদ্ধ হাইড্রোজেন পার অক্সাইড** (1) প্রথমত হাইড্রোজেন পার অক্সাইডের পাতলা দ্রবণকে পোর্সিলেন বেসিনে লইয়া জলগাহে 70 সেন্টিগ্রেড উষ্ণতায় বাষ্পীভূত করা হয় সতরুণ না বৃদ্ধ দেখা দেয়। ইহাব দ্বারা বেশী উষ্ণায়ী জল বাষ্পীভূত হয় এবং হাইড্রোজেন পার অক্সাইডের দ্রবণ ঘনীভূত হয়। বৃদ্ধ দেখা দিলেই পোর্সিলেন বেসিন জলগাহ হইতে নামাইয়া লওয়া হয় এবং তখন দ্রবণে 45/ হাইড্রোজেন পার অক্সাইড থাকে। (2) এই দ্রবণকে কম চাপে পাতিত করা হয়। কম চাপে পাতনের ব্যবস্থা 1 নং ছবিতে দেখান হইয়াছে। একটি পাতন ফ্লাস্কে হাইড্রোজেন পার অক্সাইডের 45% দ্রবণ লইতে হয়। পাতন ফ্লাস্কের পার্শ্বনল অথবা একটি পাতন ফ্লাস্কের মুখে ঢোকান থাকে। দ্বিতীয় পাতন ফ্লাস্কটি গ্রাহকের (receiver) কার্য্য করে। দ্বিতীয় ফ্লাস্কটি জলের কলেব মুখে বসাইয়া ঠাণ্ডা



করা হয়। গ্রাহকের পার্থক্য একটী জলপাম্পের সহিত যুক্ত করা হয় এবং এই যোগ একটী শূন্য পরিমাপণ ফ্লাস্কের ভিতর দিয়া করা হয়। ছবিতে এই শূন্য পরিমাপণ ফ্লাস্কটি দেখান হয় নাই। প্রথমে পাতন ফ্লাস্কটি একটী জলগাহে বসাইয়া 35 হইতে 40 সেটিগ্রাড উষ্ণতায় উত্তপ্ত করা হয় এবং কম চাপে পাতনক্রিয়া দ্বারা জল তাড়ানো হয়। ক্রমে 70 সেটিগ্রাড পর্যন্ত ফ্লাস্কটি উত্তপ্ত করা হয়। পাতন ফ্লাস্কে যে হাইড্রোজেন পান অক্সাইডের দ্রবণ পড়িয়া থাকে তাহা সলফিউরিক অ্যাসিডের উপর বায়ুশোষণকাৰী বাবিনের দ্বারা বাষ্পীভূত করিয়া সলফিউরিক অ্যাসিড দ্বারা পিত্ত হয়। এরূপে 100/ বিশুদ্ধ হাইড্রোজেন পান অক্সাইড পাওয়া যায়।

### হাইড্রোজেন পান-অক্সাইডের ধর্ম ( Properties of H<sub>2</sub>O )

**ভৌতিক** হাইড্রোজেন পান অক্সাইডের আণবিক আয়তন ১৮.৮ মিলিগ্রাম ঘনত্ব ১.১০৫ গ্রাম/সেমি.³। এর দ্রবণীয়তা ১ গ্রাম ১০০ গ্রাম জলে ০.০২ গ্রাম গরম জলীয় অবস্থায় ০.০৩ গ্রাম বর্ণহীন ক্রিস্টালিন গরম জলীয় অবস্থায় ০.০৩ গ্রাম নিম্নতম ০.০১ গ্রাম। ইহা জল অপেক্ষা বেশ উদ্ভাবী। ইহা জলে কোমল এবং ইহা বর্ণহীন। ইহা বর্ণহীন ১.৪৭ (০ সেটিগ্রাডে)। ইহা ১০ মিলিমিটার চাপে ৪০ সেটিগ্রাড উষ্ণতায় পিত্ত থাকে। প্রমাণ চাপে (১৬০ মিলিমিটার) ইহা বর্ণহীন ১৫১ সেটিগ্রাডে ক্রিস্টল তখন ফুটাইলে বিশুদ্ধ পিত্ত থাকে।

**রাসায়নিক** (১) হাইড্রোজেন পান অক্সাইডের দ্রবণীয়তা এবং উদ্ভাবন দিলে ইহা অক্সাইড ও জলে দ্রবণীয়।  $2H_2O = 2H_2 + O_2$ । এই বিশ্লেষণ অক্সিজেন তপন স্পর্শে অথবা বহু ম্যানানিজ অক্সাইড (MnO<sub>2</sub>) স্বর্ণ (Gold) বা প্লাটিনাম (Platinum) প্রভৃতি ধাতুর অতি স্থল ও ডা যোগ্য কারলে অথবা আলোকবিশিষ্ট বা ত্বরাণ্বিত।) এমন কি বায়ু দিলে আপনা হইতেই হাইড্রোজেন পান অক্সাইড দ্বারা পিত্ত বিশ্লিষ্ট হয়।

**পরীক্ষা** (একটি পরীক্ষা। হাইড্রোজেন পান অক্সাইডের দ্রবণ লওয়া তাহাতে সামান্য পরিমাণ ম্যানানিজ অক্সাইডের কালো ও ডা যোগ করা দেখিলে যে সঙ্গে সঙ্গে অক্সিজেন গ্যাস বৃদ্ধি আকারে বাহির হয়।) কিন্তু হাইড্রোজেন পান অক্সাইডে ফসফোরিক অ্যাসিড (H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>) নিসারণ, বারবিটউরিক অ্যাসিড প্রভৃতি মিশাইলে উহার আপনা হইতে বিশ্লেষণ মন্দীভূত

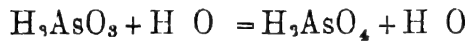
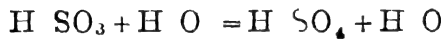
## হাইড্রোজেন পার অক্সাইড

হয়। সেইজন্য বাজারে যে হাইড্রোজেন পার অক্সাইড পাওয়া যায় তাহাতে উক্ত দ্রব্যাদি মেশানো থাকে যাহাতে  $H_2O_2$  সহজে নষ্ট হইয়া না যায়। •

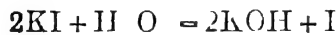
(২) (হাইড্রোজেন পার অক্সাইড একটি শক্তিশালী জারক।) (ক) ম্যাগনেসিয়াম ধাতু ব গুড়া এবং ম্যাঙ্গানিজ ডাই অক্সাইডের গুড়ার মিশ্রণে বা কার্বন ও ম্যাঙ্গানিজ ডাই অক্সাইডের মিশ্রণে অথবা তুল্যযুক্ত পশম হাইড্রোজেন পার অক্সাইড তৈরিয়া দিলে আগুন জ্বলিয়া উঠে। ( ) ইহা কালো লেড সলফাইডকে জারিত করিয়া সাদা লেড সলফেট উৎপন্ন করে।  $PbS + 4H_2O_2 = PbSO_4 + 4H_2O$  )

**পরীক্ষা** একখণ্ড ফিলটার কাগজ লেড অ্যাসিটেটের (Lead acetate) দ্রবণে ডুবাইয়া কিপের যন্ত্র হইতে প্রাপ্ত  $H_2S$  (সলফিউরেটেড হাইড্রোজেন) ধব। কালো ব এবং  $PbS$  ফিলটার কাগজে লাগিয়া থাকিবে। তাহার উপর হাইড্রোজেন পার অক্সাইডের দ্রবণ ঢাল। কালো ব চলিয়া যাবে এবং সাদা লেড সলফেট ফিলটার কাগজে লাগিয়া থাকিবে।

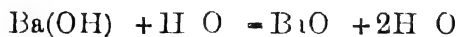
(গ) ইহা সলফিউরস অ্যাসিডকে সলফিউবিক অ্যাসিডে আক্সিডাইজ করিয়া অ্যাসিডকে আক্সিডাইজ করিয়া অ্যাসিডে এবং ফেবাস লবণকে ফেবিক লবণে পরিবর্তিত করে।



(ব) ইহা পটাশিয়াম অক্সাইডকে জারিত করিয়া অক্সাইড মূল্য করে।



(ক) ইহা সোডিয়াম পটাশিয়াম ও বাবখানের হাইড্রাইডকে তাহাদের পার অক্সাইডে পরিবর্তিত করে।



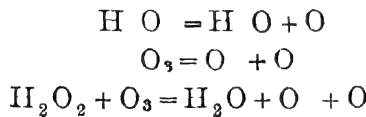
এরূপে হাইড্রোজেন পার অক্সাইডের অধিক গুণাবলি দেখা যায়। ধাতব পার অক্সাইডগুলি জারক লবণ। উৎপন্ন করা যাহাতে পারে যদিও হাইড্রোজেন পার অক্সাইডের গাঢ়তা দ্রব। প্রশম (neutral) কিন্তু বিতৃষ্ণ হাইড্রোজেন পার অক্সাইড লিটমাসের সহিত অ্যাসিডের মত ব্যবহার করে অর্থাৎ নীল লিটমাসকে

সাল করে। বিশুদ্ধ হাইড্রোজেন পার অক্সাইড, অ্যামোনিয়ামের সহিত ক্রিয়া কবিতা অ্যামোনিয়াম হাইড্রো পার অক্সাইড,  $(\text{NH}_4)\text{HO}_2$  এবং অ্যামোনিয়াম পার অক্সাইড  $(\text{NH}_4)_2\text{O}_2$  উৎপন্ন করে।

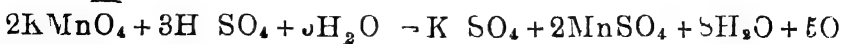
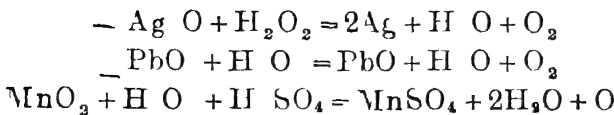
**দ্রষ্টব্য** বেরিয়াম পার অক্সাইড হাইল সত্যিকারের (true) পার অক্সাইড কারণ ইহা শীতল ও পাতলা সালফিউরিক অ্যাসিডের সহিত বিক্রিয়ায় হাইড্রোজেন পার অক্সাইড উৎপন্ন করে কিন্তু ম্যাঙ্গানিক ডাই অক্সাইড  $(\text{MnO})$  সত্যিকারের পার অক্সাইড নয় কারণ ইহা কোন অবস্থায় অ্যাসিডের সহিত হাইড্রোজেন পার অক্সাইড দেয় না।

(3) **বিবজ্ঞান গুণ** জাবণের দ্বারা তা অত্যন্ত দ্রব্যকে বিবজ্ঞান করে। সহজে তাই হইবার মত জ্বলি যৎ তাতিব তাৎ পালক বেশম পাম প্রভৃতি সকল সময়ে হাইড্রোজেন পার অক্সাইড দিয়া বিবজ্ঞান করা হয়। তাহাতে ঐ সকল দ্রব্যের কোন ক্ষতি হয় না।

(4) **বিজাবক ভাবেও** হাইড্রোজেন পার অক্সাইড সময় সময় ক্রিয়া কবিতা থাকে। কিন্তু সেই সকল বাসায়িক ক্রিয়ায় হাইড্রোজেন পার অক্সাইড ও জাবিত বা হইয়া বিজাবিত হয় কতকগুলি শক্তি ধনী জাবকের সহিত  $\text{H}_2\text{O}$  এর বাসায়িক প্রক্রিয়া এইভাবে সম্ভব হয়। মিলভার অক্সাইড ওয়াশার বেদ পার অক্সাইড অ্যাসিডযুক্ত ম্যাঙ্গানিক ডাই অক্সাইড বা অ্যাসিডযুক্ত পটাশিয়াম পারম্যাঙ্গানেট  $(\text{KMnO}_4)$  হাইড্রোজেন পার অক্সাইড দ্বারা বিজারিত হয়। এই বিজাবণ প্রক্রিয়ায় যে সকল দ্রব্যের নাম দেয়া করা হইল তাহা হইতে এক পরমাণু অক্সিজেন এবং হাইড্রোজেন পার অক্সাইড হইতে এক পরমাণু অক্সিজেন উদ্ধৃত হয় এবং এই দুই পরমাণু মিলিয়া অক্সিজেনের একটি অণু উৎপন্ন হয়। ওজোনের সহিত প্রক্রিয়া নিম্নলিখিতভাবে দেখান যায়।



সেইরূপ



পটাশিয়াম পারম্যাঙ্গানেটের তেজস্ক্রিয়তা চলিয়া গিয়া দ্রব্য বর্ণহীন হয়।

## হাইড্রোজেন পার অক্সাইড

### হাইড্রোজেন পার-অক্সাইডের অভীক্ষণ (Test)

(1) হাইড্রোজেন পার অক্সাইড পটাসিয়াম আয়োডাইডের দ্রবণে যোগ করিলে আয়োডিন বাহিব ইয়া দ্রব কে বাদামী বা এ পরিবর্তিত করে। এই বাসায়নিক ক্রিয়া এমন কি ফেরাস সলফেটের উপস্থিতিতেও হইয়া থাকে। (ওকোন হ তে হাইড্রোজেন পার অক্সাইডের পার্থক্য)।

(2) অ্যাসিডুল পটাসিয়াম ডা ক্রোমেটে ( $K_2CrO_4$ ) হাইড্রোজেন পার অক্সাইড যোগ করিলে দ্রবণের ব আকাশব মত নীল হয়। ই পার যোগ করিয়া ঝাঁকাইলে ঐ নীল ব এব দ্রবণ সাদা স্ফিত উপর আসিয়া উঠে। কিছুক্ষণ বাতিল নীল সাদা ব দ্রবণের মত ব পরিবর্তিত হয়। নীল ব এব দা হইল  $CrO_3$  এব দ্রবণ কিন্তু বাতিল নীল উহা ক্রোমিক সলফেট দা প্রস্তুত যোগ্য দ্রবণটির সঙ্গে য।

(3) টাইটানিয়াম ব লবণের সহিত হাইড্রোজেন পার অক্সাইড যোগ করিলে লবণের কালো লবণ মত ব হয়।

(4) অ্যাসিডুল পটাসিয়াম পেরমাঙ্গানেটের বেধা ব এব দ্রবণের সহিত হাইড্রোজেন পার অক্সাইড যোগ করিলে দ্রবণের বেধা ব চন্দ্রা হইয়া যায়।

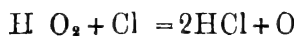
### হাইড্রোজেন পার-অক্সাইডের ব্যবহার

(1) হাইড্রোজেন পার অক্সাইড দ্রব জলের দ্রবণ বেশী পরিমাণে উৎপাদ্যার্থে ব্যবহৃত হয় এব বাজারে তাহা হাইড্রোজেন পার অক্সাইড নামে বিক্রয় হয়। ইহা বিশুদ্ধ ক্ষত দ্রবণে ব্যবহৃত হয় এব মুখের চিত্ত বীত করার জন্যও ব্যবহৃত হয়।

(2) পুৰাতন তৈলচিত্রের ব চিত্রা আবার জন্ত ইহা ব্যবহার হইয়া থাকে। তৈলচিত্রে  $Pb$  এর দ্রবণ ব্যবহৃত হয়। বাজারে যে  $H_2O_2$  থাকে তাহা দ্বারা কালো  $PbS$  উৎপন্ন হইয়া তৈলচিত্রের ব কালো হইয়া যায়। সুতরাং সেই কালো তৈলচিত্রকে  $H_2O_2$  দ্বারা পবিত্র করিলে কালো  $PbS$  সাদা  $PbSO_4$  এ পরিণত হয় এব তৈলচিত্রের পূর্বের ব চিত্রা আসে।

(3) হাতের দাত পাতক বাম ও পাম বিবজ্ঞান ক ব্যতী হাইড্রোজেন পার অক্সাইড ব্যবহৃত হয়।

(4) ক্রা বা দ্বারা বিরঞ্চিত দ্রব্য হইতে ক্রা বর্ণ অপসারণ ক্রিতে ক্রা বর্ণ-অপসারক (antichlor) হিসাবে ইহা ব্যবহার হয় থাকে।



(5) পবিত্রগাবে শক্তিশালী জাবক হিসাবে ইহা ব্যবহৃত হইয়া থাকে।

## Questions

1 Describe the process for preparing hydrogen peroxide in the laboratory. What is perhydrol? State what you know about its preparation.

State what happens when hydrogen peroxide solution is added one by one to the solution of the following — (a) potassium iodide (b) ferrous sulphate acidified with sulphuric acid (c) barium hydroxide (d) potassium permanganate acidified with sulphuric acid.

Give equation in each case.

১। পটাসিয়াম আইডাইড, ফেরাস সালফেট প্রভেদে প্রত্যেকের সঙ্গে হাইড্রোজেন পারক্সাইড যোগ করলে কি ঘটবে? প্রত্যেকের সঙ্গে হাইড্রোজেন পারক্সাইড যোগ করলে কি ঘটবে? নিম্নলিখিত পদার্থগুলির দ্রবণে হাইড্রোজেন পারক্সাইড যোগ করলে কি ঘটবে? (ক) পটাসিয়াম আইডাইড (খ) ফেরাস সালফেট (গ) বেরিয়াম হাইড্রক্সাইড (ঘ) পটাসিয়াম পেরম্যাংগেট অ্যাসিডযুক্ত সালফুরিক অ্যাসিড।

2 How is hydrogen peroxide prepared? State its important properties and uses.

What happens when a dilute aqueous solution of hydrogen peroxide is evaporated on a water bath?

(Higher Secondary West Bengal 1960)

২। হাইড্রোজেন পারক্সাইড কিভাবে প্রস্তুত করা হয়? এর বিশেষ বিশেষ ধর্ম এবং ব্যবহার উল্লেখ কর। হাইড্রোজেন পারক্সাইডের পাতলা দ্রবণকে বাষ্পীভবন করলে কি ঘটবে?

3 What procedure is followed in order to get 100% hydrogen peroxide from an ordinary solution of this substance? Describe the physical and chemical properties of hydrogen peroxide as far as possible.

৩। ১০০% হাইড্রোজেন পারক্সাইড প্রস্তুত করার জন্য কী প্রক্রিয়া অনুসরণ করা হয়? হাইড্রোজেন পারক্সাইডের ভৌতিক ও রাসায়নিক ধর্ম সম্বন্ধে যা যা সম্ভব লিখ।

4 Hydrogen peroxide acts both as an oxidizing and a reducing agent. Discuss the statement with examples.

৪। হাইড্রোজেন পারক্সাইড একই সাথে বিক্রেতা ও বিক্রেয়ক হিসেবে কাজ করে। উদাহরণসহ এই বক্তব্যটি প্রমাণ কর।

## হাইড্রোজেন পার অক্সাইড

5 Hydrogen peroxide breaks down when heated and oxygen and water are produced —What experiments are to be performed in order to support this statement? Express the reaction by an equation

৫। হাইড্রোজেন পার অক্সাইড উত্তাপে ভাঙিয়া যায় এবং অক্সিজেন ও জল উৎপন্ন হয় — এই উক্তির সমর্থনে কি কি পরীক্ষা করা প্রয়োজন? সমীকরণ দ্বারা প্রক্রিয়াটি প্রকাশ কর।

6 State what you know about the uses of hydrogen peroxide State what happens when manganese dioxide alone and manganese dioxide along with sulphuric acid are added to hydrogen peroxide solution Express the reactions by equations Make out a comparative study of hydrogen peroxide and oxygen

৬। হাইড্রোজেন পার অক্সাইডের ব্যবহার সম্বন্ধে যা যা জান লিখ। হাইড্রোজেন পার অক্সাইডের দ্রবণে কেবল ম্যাঙ্গানিস ডাই অক্সাইড এবং সলফিউরিক অ্যাসিডযুক্ত ম্যাঙ্গানিস ডাই অক্সাইড যোগ করিলে যা যা ঘটনা থাকে তাহা বর্ণনা কর। সমীকরণ দ্বারা বিক্রিয়া দুইটি প্রকাশ কর। হাইড্রোজেন পার অক্সাইড এবং অক্সিজেনের ধর্মব তুলনামূলক আলোচনা কর।

7 BaO is called barium peroxide but MnO is called manganese dioxide why?

Describe how a dilute aqueous solution of hydrogen peroxide may be prepared in the laboratory How would you show that hydrogen peroxide (a) is an oxidising agent ( give two reactions with equations) (b) decomposes into oxygen?

(Higher Secondary West Bengal 1962)

৭। BaO কে বেরিয়াম পার অক্সাইড বলা হয় কিন্তু MnO<sub>2</sub> কে ম্যাঙ্গানিস ডাই অক্সাইড বলা হয় কেন?

পরীক্ষণাবে কিভাবে হাইড্রোজেন পার অক্সাইডের পাশাপাশি জলীয় দ্রবণ প্রস্তুত করা হয় তাহা বর্ণনা কর। হাইড্রোজেন পার অক্সাইড (ক) একটি জলক দ্রব্য ( দুইটি সমীকরণ সমেত প্রক্রিয়া বর্ণনা দাও ) এবং (খ) হাইড্রোজেন দেয় তাহা কিভাবে দেখান যায় তাহা বর্ণনা কর।

৮ How would you prepare a dilute but stable aqueous solution of hydrogen peroxide?

## রসায়নের গোল্ডার্ড কথ

Give particulars with equations of four experiments you would perform to distinguish between this dilute solution and water

(Higher Secondary West Bengal 1964)

৮। পাতলা কিন্তু বিস্কৃত হাইড্রোজেন পারঅক্সাইডের দ্রবণ কিভাবে প্রস্তুত করবে ?

এই পাতলা হাইড্রোজেন পার অক্সাইডের দ্রবণের জল হইতে বিভিন্নত কি প্রকারে পরীক্ষামূলকভাবে দেখাইবে তাহা সমীকরণ সহকারে বর্ণনা কর। চা টি পরীক্ষার বর্ণনা দিও  
হইবে।

## ত্রয়োদশ অধ্যায়

### ভবের নিত্যত্ব সূত্র

( Law of Conservation of Mass )

এই সূত্রটি অপবর্তন “বস্তু অবিনাশিতা ( Law of Indestructibility of matter ) নামেও অভিহিত হয়।

জড় অবিবর্তন জড় সৃষ্টি করা যায় না অথবা তাংশ বিনাশ করা যায় না প্রত্যেক রাসায়নিক ক্রিয়ার পূর্বে ও পরে বিক্রিয়মান জড়ের ওজন লইলে জড়ের মোট ওজন সমান থাকে। এই পৃথিবীতে কোন একান্তর একটি কাঁচ জড় সৃষ্টি বা বিনষ্ট করা যায় না।

একটি মোমবাতি যখন জ্বলিয়া দগুয়া হয় এবং তাংশ পুড়িত থাকে তাংশ স্পষ্ট দেখা যায় যে বাতির ক্ষয় হইতেছে। সুতরাং উহাও ওজন কমিয়া যাইবেই কাঁচ বা কয়লা যখন পোড়িত হয় তা কয়লা ক্রমাৎ কাপ্রাও ইয়া অদৃশ্য হয়। যেটুকু ভস্ম থাকিয়া যায় তাহাও ওজন উহা দগুয়া হইলেও ওজন অপেক্ষা অত্যধিক কম। কেবোসিন বা স্পির্টি পাড়াইল কিছুই অবশিষ্ট থাকে না। জল বা বাষ্প কিছুক্ষণ বায়ুতে বায়িয়া দিলে অদৃশ্য হয়। এই সকল ঘটনা এইতে প্রতীয়মান হয় যে পদার্থ বিবর্তিত হইতেছে বা নষ্ট হইয়া যায় নাই।

অপর পক্ষে একটি পাত্রের এক টুকরা ম্যাগনেসিয়াম ওজন করিয়া লইয়া তাহাতে আগুন ধরাইয়া জ্বালাইলে দেখা যায় যে কিছুটা ভস্ম পড়িয়া থাকে। ভস্মটুকু

লইয়া ওজন করিলে দেখা যায় যে, ভাস্কের ওজন ম্যাগনেসিয়ামের ওজন অপেক্ষা বেশী। আবার কয়েকটি উজ্জল লৌহের পেরেক ওজন করিয়া কয়েকদিন বাতাসে ফেলিয়া রাখিলে তাহাতে মরিচা পড়ে এবং পরে উহাদের ওজন করা হইলে দেখা যায় যে ওজন বাড়িয়া গিয়াছে। এক টুকরা তামা ওজন কবিয়া চিমটা দিয়া ধরিয়া বুনসেন দীপে কিছুক্ষণ পোড়াইল দেখা যায় যে তামার লাল ব বদলাইয়া আস্তে আস্তে কালো হইয়া যায়। সেই কালো টুকরা ওজন করিলে দেখা যায় যে তামার ওজন অপেক্ষা উহা ওজনে বেশী হইয়াছে। এই সমস্ত পরীক্ষা হইতে মনে হয় যে জড় স্ফটিক হইল। কিন্তু প্রকৃতপক্ষে ম্যাগনেসিয়াম বা লৌহ বা তামা বায়ুর অক্সিজেনের সহিত যুক্ত হওয়া তাহাদের অক্সাইড উৎপন্ন হয় এবং তাহাদের জড়তা তাহাদের ওজন বাড়ে। প্রত্যেক বায়বীয় ক্রিয়ায় এইরূপ জড়ের রূপ বদলায় এবং সেই কারণে বস্তুর ভর পরিবর্তিত হয় ও নূন্য জড় স্ফটিক হইয়াছে বলিয়া মনে হয়। যদি ম্যাগনেসিয়াম লইয়া পরীক্ষা কবির সময় ম্যাগনেসিয়ামের ওজন ও যে পরিমাণ অক্সিজেন ম্যাগনেসিয়ামের সহিত যুক্ত হয় তাহা ওজন লওয়া সম্ভব হয় তবে উভয়ের ওজন একত্র কবিলে ম্যাগনেসিয়ামের ভাস্কের ওজনের সমান হয়। তাহা হইতে বুঝা যায় যে যে অতিবিক্রম কোন বস্তুর উৎপত্তি হয় নাই।

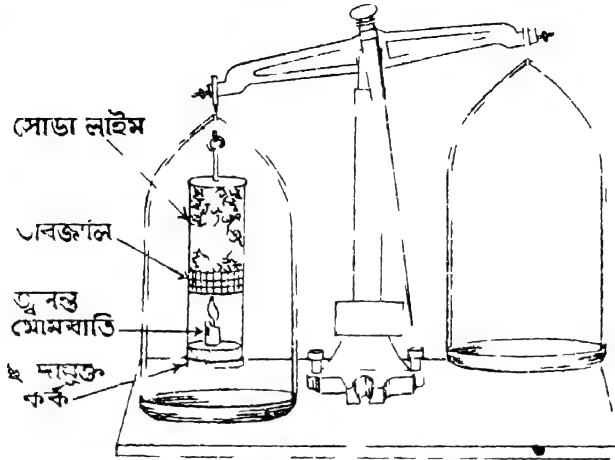
আবার মোমবাতি যখন পুড়িয়া অদৃশ্য হয় তখন মন হয় বস্তুর বিনাশ হইল। কিন্তু ইহা সত্য নয়। মোমবাতির মোম যখন পোড়ে তখন তাহা উপাদানসকল বায়ুর অক্সিজেনের সহিত মিশিত হইয়া দুইটি অদৃশ্য গ্যাসীয় পদার্থে রূপান্তরিত হয়। একটি হইয়া জ্বলন্ত বাষ্প এবং অপবটি কার্বন ডাই অক্সাইড। এই পদার্থ দুইটি গ্যাসীয় বলিয়া আমাদের দৃষ্টি এড়াইয়া যায় এবং তাহাদের জড়তা মোমবাতির বিনাশ হইল বলিয়া মনে হয়। মোমবাতি নইয়া নিম্নলিখিত পরীক্ষা দ্বারা উপবেব উক্তির সত্যতা প্রমাণিত হয়

**বাতির দহনের পরীক্ষা** একটি মোটা কাচের লইয়া তাহা নিম্নদিকে একটি কতিপয় ছিদ্রযুক্ত ছিপি লাগান হইল। ঐ কাচের মাঝামাঝি একটি তামার তার জালি (wire gauze) স্থাপন করা হইল। তার জালির উপবেব অংশ কলিক (quicklime) ও সোডালাইম (soda lime) ভর্তি করা হয়। ছিদ্রযুক্ত ছিপির উপবেব এক টুকরা মোমবাতি আঁটিয়া লওয়া হয় এবং উক্ত বাতিসমেত ছিপি দিয়া বেলের নিম্নভাগ বন্ধ করা হয়। তাহার পবে কাচের লই একটি স্তম্ভ



## রসায়নের পোড়ানোর কথা

বাঁধিয়া একটি তুলাদণ্ডের বামবাহুর হুক হইতে ঝুলাইয়া দিয়া দক্ষিণ বাহুতে ওজন বসাইয়া ওজন করা হয়। পূর্ব তুলাযন্ত্র থামাইয়া বাতিসমেত ছিপিটি খুলিয়া



মোমবাতির দহনের পূর্ব ওজম বৃদ্ধি

চিত্র নং ২

বাতিতে অগ্নিসংযোগ করা হয় এবং শীঘ্র শীঘ্র পুনরায় ছিপিটি স্বস্থানে রাখা হয়। বাতি জ্বল এবং জলিবাব সময় মোমের কার্বন ও শর্টড্রোজেন বায়ুর অক্সিজেনের সহিত যুক্ত হইয়া কার্বন ডাই অক্সাইড ও জলীয় বাষ্প উৎপন্ন করে। উক্ত  $CO_2$  এবং জলীয় বাষ্প যথাক্রমে সোডালাইম ও কলিচুন দ্বারা শোষিত হয়। সেই কারণে কাচের লব ভিতর আর্দ্রতা ঘটে এবং ছিদ্র দিয়া বায়ু নলে ঢোকে। বায়ু থাকায় বাতি জ্বলিতে থাকে। কিছুক্ষণ পরে বাতি নিভিয়া যায়। তখন যন্ত্রটিকে ঠাণ্ডা হইতে দেখা হয় এবং ঠাণ্ডা হইলে ওজন লওয়া যায়। দেখা যায় যে ওজন কমে না, বরং বৃদ্ধি পায়। অর্থাৎ দেখা যাইতেছে যে বাতাস বিঘটিত হয় না। অর্থাৎ বাতাসের ওজন কেবল নূন হইবে কখনো স্থিতিবদ্ধ হয় না। বাতির কার্বন ও শর্টড্রোজেন বায়ুর অক্সিজেনের সংশ্লিষ্ট ওয়ার ফলে ওজন বৃদ্ধি পাওয়াছে। যদি বাতাসের ওজন লওয়া হইত তবে দেখা যাইত যে কাচনলে বর্ধিত ওজন এবং অক্সিজেনের ওজন বৃদ্ধি পায়। এখানে বাতির উপাদান বাসায়নিক বিক্রিয়ায় ফলে রূপান্তরিত হইতে পারে।

**কয়লা (Charcoal) দহনের পরীক্ষা** একটি গোলতলা বিঘটিত হইয়া স্থবর হইবে এবং একটি রসায়ন বাক্সের নীচে রাখা হইবে। বাতাসের সংযোগ করিয়া লাগান

## জলের মধ্যতা হ্র

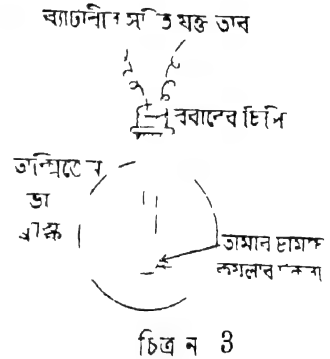
যায়। সেই ববারের ছিপির মধ্য দিয়া দুইটি সামান্য মোটা তামার তাব প্রবেশ করান হয়। একটি তামার তাবের অগ্রভাগে একটি তামার ছোট বাটি ঝাল দিয়া আটকান হয়। বাটিতে এক টুকরা কাঠ কয়লা লওয়া হয়। তাহার পর উক্ত কাঠ কয়লায় একটি সৰু প্লাটিনামের তার জড়াইয়া উক্ত প্লাটিনাম তাবের দুই প্রান্ত তামাব মোটা তাব দুইটির গায়ে যথাক্রমে জড়াইয়া দেওয়া হয়। এক্ষণে ফ্লাস্কটি হইতে বায়ু বিতাড়িত করিয়া অক্সিজেন চৰ্জিত করা হয় এবং ছিপটি তাব ও বাটিসম্মত জোবে আটকাইয়া দেওয়া হয়। তাহাব পর ফ্লাস্কটি ভালভাবে ওজন করা হয়। তাহার পর বাবিবে তামাব তাবের প্রান্ত দুইটি তড়িৎ কোষের দুই মেরুব (poles) সম্মিত যোগ করা হয়। ইহা ফলে সৰু প্লাটিনাম তাবের চিত্তব দিয়া তড়িৎ প্রবাহিত হয় এবং তাহা লাহিত তপ্ত হয়। তাহাব ফলে কাঠকয়লায় আগুন ধরিয়া যায়। তখন উহা অক্সিজেনের সম্মিত মুক্ত হইয়া অক্সিজেন কার্বন ডাই অক্সাইড ও জল বাষ্পে রূপান্তরিত হয়।

দক্ষন কোণ হইলে তড়িৎ কাসের সম্মিত সংযোগ বিচ্ছিন্ন করা হয় এবং ফ্লাস্কটিকে ঠাণ্ডা হইতে দেওয়া হয় এবং তাবের উত্তাপ আসিলে উহা ওজন করা হয়। তখন দেখা যায় যে যদিও কাঠকয়লাব টুকরাটি পুড়িয়া সামান্য একটু ছায়া মাত্র অবশিষ্ট বায়ু থাকে একেবারে বিনষ্ট হইয়াছে কিন্তু তাহাতে

যন্ত্রটির সর্বসম্মত ওজনের কোন ব্যতিক্রম ঘনাই। পূর্বের সন এবং পরের সন একই আছে। ইহাতে প্রমাণিত হয় যে কয়লাব টুকরাটি বিনষ্ট হয় নাই কেবলমাত্র রূপান্তরিত হইয়া অক্সিজেন কার্বন ডাই অক্সাইড গ্যাস উৎপন্ন করিয়াছে।

এই পরীক্ষা কাঠকয়লাব টুকরাব স্থলে ল্যাভোয়সিয়ামের টুকরা বা ফসফোবাসের টুকরা লইয়া বাবলেও দেখা যাইবে যে পৰ্য্যাপ্ত পূর্ব ও পরে যন্ত্রের ওজনের কোন তাৎপৰ্য্য হয় না।

**ল্যাভোয়সিয়ামের পরীক্ষা (Lavoisier's Experiment)** ল্যাভোয়সিয়াম একখণ্ড টিন ওজন করিয়া একটি বায়ুপূর্ণ কাচের বক যন্ত্রের মধ্যে রাখেন এবং তাহাব পর বক যন্ত্রের মুখের কাচ গলাইয়া তাহা বন্ধ করবেন। তাহার পর টিন সম্মত বক যন্ত্রটি ওজন করিয়া অনেকক্ষণ পর্যন্ত তাহাকে উত্তপ্ত করবেন। ইহার ফলে



## রসায়নের গোষ্ঠীকরণ

কিছুটা টিন বায়ুর অক্সিজেনের সহিত যুক্ত হইয়া টিন অক্সাইডে পরিণত হয়। উদ্ভূত করার ফলে যখন আব কোন পরিবর্তন দেখা যায় না তখন তিনি বক যন্ত্রটি শীতল করিয়া সাধারণ উষ্ণতায় আসিলে ওজন করেন। বক যন্ত্রটির ওজনের কোন পরিবর্তন দেখা যায় না। এই পরীক্ষার ফলে তিনি বুঝিলেন যে রাসায়নিক ক্রিয়ার ফলে কোন পদার্থ ধ্বংস প্রাপ্ত হয় না কেবলমাত্র রূপান্তরিত হয়।

ল্যাভয়সিয়াবই প্রথম ভরের নিত্যতা সূত্র হিসাবে প্রচাৰ করেন। সূত্রটি এই প্রকার বলা হয় বাসায়নিক ক্রিয়ার আগে ও পরে জড়ের ওজনের বিন্দুমাত্র ব্যতিক্রম হয় না। ইহা রসায়নশাস্ত্রে একটি মূল সূত্র এবং ইহা উপরই সমগ্র রসায়নশাস্ত্র গঠিত হইয়াছে।

**ল্যাভোয়েন্টের পৰীক্ষা** ল্যাভোয়েন্ট 1908 খৃষ্টাব্দ পর্যন্ত পনের বৎসর বরিয় ভরের নিত্যতা সূত্র কতদূর সত্য তাহা পৰীক্ষা করিয়া দেখেন। তিনি বানান প্রকারের রাসায়নিক ক্রিয়াব সাহায্যে ইহাব সত্যতা প্রমাণিত করেন। সাধারণত যে সমস্ত রাসায়নিক ক্রিয়া যাহাতে খুব কম পরিমাণে তাপ উৎপাদিত হয় তাহা তাহার পৰীক্ষায় ব্যবহৃত হয়।

ল্যাভোয়েন্ট একটি H আকারের কাচের নল লইয়া পৰীক্ষা করিয়া চালান। যিহে তাহার একটি পরীক্ষার বর্ণনা দেওয়া হইল। H নলের নিম্নের দিক বন্ধ কৰা

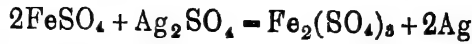


চিত্র নং 4

থাকে। উপরে থালা মুখ দুইটি দিয়া দুইটি নলে যথাক্রমে তাহাদের দুই তৃতীয়াংশ ফেরাস সলফেটের দ্রবণ এবং সিলভার সলফেটের দ্রবণ দ্বারা ভরিয়া লওয়া হয়। তাহাব পর নলটিকে সোজা করিয়া বসাইয়া অতি সন্তর্পণে গোলা মুখ দুইটি গলাইয়া বন্ধ করিয়া দেওয়া হয়। এইরূপ কবাব ফলে চলকাইয়া কোণ দ্রব,

নষ্ট হইবার উপায় থাকে না। তাহার পর এইরূপে একটি H নল উত্তম স্বেদী চুলায়ন্ত্রের ডানদিকের পাঞ্জায় বাখিয়া বামদিকে দ্রবাপূর্ণ H নলটি ঝুলাইয়া দিয়া পরে ওজন সম যোগে সম ওজন করা হয় (weighing with a counterpoise)। তাহার পর নলটিকে কাত করিয়া ঝাঁকাইয়া দ্রবণ দুইটি মিশ্রিত কৰা হয়।

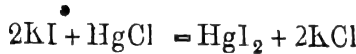
তাহার ফলে দুই দ্রবণের ভিতর রাসায়নিক ক্রিয়া ঘটে এবং ধাতব সিলভার উৎপন্ন হয়।



উপহার পব তলটিকে ঠাণ্ডা করিয়া আবার সেই তুলাদণ্ডের বাম বাহুতে ঝুলাইয়া দেওয়া হয়। তখন দেখা যায় যে ওজন পূর্বের মত একই আছে।

এখানে যদিও রাসায়নিক বিক্রিয়ার ফলে সিলভার উৎপন্ন হইয়াছে তাহা হইলেও নূতন কোন ভদ উৎপন্ন নাই কেবল নূতন ব্যবস্থাপনা হইয়াছে।

এইভাবে H নলেব একটি বাহুতে পটাসিয়াম আয়োডাইডের দ্রবণ এবং অপর বাহুতে মারকিউরিক ক্রোমাইডের দ্রবণ লইয়া ঝাঁকাইলে লাল মারকিউরিক আয়োডাইড উৎপন্ন হয় কিন্তু রাসায়নিক ক্রিয়ার আগে ও পরে সমগ্র দ্রবণের ওজন একই থাকে।



এই সমস্ত পরীক্ষা হইতে ভরের নিত্যতা স্ব দৃঢ়ভাবে প্রমাণিত হইয়াছে।

### Questions

Describe two experiments in support of the statement—  
Matter is indestructible

১। পদার্থ ধ্বংস হয় না — এই উক্তিৰ সমর্থন দুইটি পৰীক্ষা বর্ণনা কৰ।

2 State the law of conservation of mass. How would you verify it experimentally? How do you explain the loss in weight of a candle on burning it in open air?

(Higher Secondary West Bengal 1960)

২। ভৰৰ নিত্যতা স্ব এইটো লিখ। পাক্ষিক মূলকভাবে ইহাৰ সত্যতা কিভাবে প্রমাণ কৰিব? খোলা বতৰত এটি মণ্ডাতি পাত্ৰইলত হ'ল নষ্ট হ'ল। যদি এই বিষয়টি কি ভাবে ব্যাখ্যা কৰিব?

3 State the law of conservation of mass. That the metal calx weighs more than the metal is an experimental truth. how can you correlate this with the law of conservation of mass?

৩। ভৰৰ নিত্যতা স্ব এইটো লিখ। ধাতুৰ অক্সিড ধাতুৰ ওজনৰ বেছি—এই পৰীক্ষাতকৈ সত্যটিৰ ভৰৰ নিত্যতা স্ব স্বৰ সহিত কিভাবে সম্বন্ধ সাধিত হইয়াছে দেখাও।

4 When charcoal is set fire to it burns away leaving a little ash Here apparently matter is destroyed But the law of conservation of mass states that matter is indestructible Describe how experiment is to be conducted to correlate the apparent destruction of matter with the law of conservation of mass

৪। অক্সিডেশন অগ্নিসংযোগ করিলে উহা পুড়িয়া যায় এবং অতি সামান্য ছাই পড়িয়া থাকে। এইখানে দৃশ্যত পদার্থের ধ্বংস সাধিত হইতেছে। কিন্তু ভবেব নিত্যতা সূত্র বল যে জড়ের বিনাশ নাই। কিভাবে পরীক্ষা পরিচালনা করিলে ভবেব নিত্যতা সূত্রের সহিত পরিস্ফুটন পদার্থের ধ্বংসের সম্বন্ধ সাধন সম্ভব হয় তাহা বর্ণনা কর।

5 State the law of conservation of mass Describe one experiment each to show that the law holds good for (a) rusting of iron (b) burning of charcoal (c) sublimation of camphor

(Higher Secondary West Bengal 196)

৫। ভবেব নিত্যতা সূত্রটি নিম্ন (ক) লৌহ রসায়ন ধরা ( ) কাঠকয়লাব দহন এবং (গ) কপূর উত্তাপ দ্বারা তাপমাত্রা পরিবর্তন প্রদর্শন করে।

6 Write short note on the Law of Conservation of Mass

(Higher Secondary West Bengal 1963)

৬। ভবেব নিত্যতা সূত্র সম্পর্কে সংক্ষিপ্ত আলোচনা কর।

## চতুর্দশ অধ্যায়

### রাসায়নিক সংযোগ সূত্রসমূহ

#### ( Laws of Chemical Combination )

রাসায়নিক সংযোগ সংঘটিত হইবার সময় যে কোন পরিমাণেব একটি মৌলিক পদার্থ যে কোন পরিমাণেব অত্র একটি মৌলিক পদার্থের সহিত সংযুক্ত হইতে পারে না। পরিমাণ সম্পর্কে রাসায়নিক সংযোগ কতকগুলি নিয়মাত্মকভাবে ঘটিয়া থাকে। এই নিয়মগুলিব সত্যতা বিজ্ঞানীরা পরীক্ষাধ্বারা নিশ্চয় করিয়াছেন এবং কোনস্থলে ইহাদের ব্যতিক্রম লক্ষিত হয় নাই।

পাঁচটি সূত্রধারা সমস্ত রাসায়নিক সংযোগ নিয়ন্ত্রিত হয়। তাহার মধ্যে চারিটি সূত্রই জড়ের ওজন বিষয়ক এবং পঞ্চমটি জড়ের আয়তন সম্পর্কিত। এই পাঁচটি সূত্র যথাক্রমে—(ক) জড়ের নিত্যতা সূত্র ( Law of Conservation of Mass 'ল্যাভসিয়্যার' ) (খ) স্থিতিস্থাপক সূত্র ( Law of Constant Proportions প্রাউস্ট ) (গ) গুণাত্মক সূত্র (Law of Multiple Proportions ডাল্টন)। (ঘ) মিথোস্থাপক বা তুল্যক অস্থাপক সূত্র ( Law of Reciprocal or Equivalent Proportions রিকটার ) (ঙ) গ্যাসায়তন সূত্র ( Law of Gaseous Volumes গেলুসাক )।

(ক) জড়ের নিত্যতা সূত্র যে কোন প্রকারেব রাসায়নিক ক্রিয়ার পূর্বে ও পরে জড়পদার্থগুলির মোট ভর একই থাকে। রসায়নশাস্ত্রে ইহা একটি মূল বিধি হিসাবে গণ্য হইয়া থাকে। অত্যাধিক এই বিধি নিম্নলিখিতভাবে উল্লিখিত হয়।

ক্রিয়াশীল পদার্থসমূহের সমগ্র ভর = উৎপন্ন পদার্থসমূহের সমগ্র ভর। দুইটি ক্রিয়াশীল পদার্থ যথাক্রমে ক ও খ এবং তাহাদের রাসায়নিক ক্রিয়ার ফলে গ ও ঘ পদার্থ দুইটি উৎপন্ন হয় তাহা হইলে সমীকরণ হিসাবে  $k + x = g + y$ ।

এই অবস্থায় ক ও খ এবং সমগ্র ভর বা ওজন গ ও ঘ এবং সমগ্র ভর বা ওজনের সমান হইবেই হইবে।

**দৃষ্টান্ত** যদি ১ গ্রাম ওজনের সোডিয়ামের ১ গ্রাম ওজনের ক্লোরিনের সহিত রাসায়নিক ক্রিয়া সংঘটিত হওয়ার ফলে ২ গ্রাম ওজনের সোডিয়াম ক্লোরাইড

## বসায়নের গোড়ার কথা

( NaCl খাতলবণ ) উৎপন্ন হয় তবে  $x+y=z$  হইবেই। ত্রয়োদশ অধ্যায়ে এ সম্বন্ধে বিশদ আলোচনা দেওয়া হইয়াছে।

**স্থিরানুপাত সূত্র ( Law of Definite or Constant Proportions )**  
প্রত্যেক যৌগিক পদার্থ সবদাই একই প্রকার মৌলিক পদার্থসমূহের দ্বারা গঠিত এবং সেই যৌগিক পদার্থের মৌলিক উপাদানগুলির ওজনের অনুপাত সবদাই একই হয়। অতএব প্রত্যেক যৌগিক পদার্থের মৌলিক উপাদানগুলি নির্দিষ্ট এবং উপাদানগুলির ওজনের অনুপাতও নির্দিষ্ট থাকে সেই যৌগিক পদার্থটি যে কোন উপায়েই প্রস্তুত করা হউক না কেন বা যে কোন স্থান হইতেই সংগৃহীত হউক না কেন।

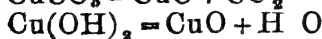
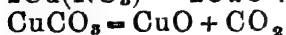
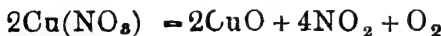
**দৃষ্টান্ত** (1) জল নানাস্থান হইতে সংগ্রহ করা যায় যথা পুকুর নদী সমুদ্র প্রভৃতি। আবার বিভিন্ন উপায়ে জল প্রস্তুত করা সম্ভব। কিন্তু সকল ক্ষেত্রেই জল লইয়া বিশুদ্ধ করিয়া তড়িৎ দ্বারা বিশ্লেষণ করিলে দেখা যাইবে যে জল সর্বদাই দুইটি মৌলিক পদার্থ হাইড্রোজেন ও অক্সিজেনের সংযোগে গঠিত। আবার উক্ত বিশ্লেষণ দ্বারা সকল স্থলেই দেখা যায় যে 1 ভাগ হাইড্রোজেনের সহিত 8 ভাগ অক্সিজেন সংযুক্ত হইয়া 9 ভাগ জল উৎপন্ন করিয়াছে।

(2) খাতলবণ ( NaCl ) সমুদ্র জল হইতে পাওয়া যায়। আবার খনিতেও খাতলবণ পাওয়া যায়। পরীক্ষাগারেও নানা উপায়ে খাতলবণ প্রস্তুত করা যায়। কিন্তু যে কোন স্থান হইতেই খাতলবণ পাওয়া যাউক না কেন বিশুদ্ধ করার পর পরীক্ষা দ্বারা দেখা যাইবে যে তাতে সোডিয়াম ও ক্লোরিন মৌলিক পদার্থ দুইটি বর্তমান এবং তাহাদের ওজনের অনুপাত সর্বদাই 23 : 35.5।

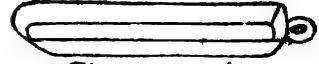
অতএব বলা যাইতে পারে যে যৌগিক পদার্থমাত্রই নির্দিষ্ট মৌলিক পদার্থ সমূহের নির্দিষ্ট ওজনের অনুপাতে রাসায়নিক সংযোজনের ফলে উৎপন্ন হয়।

নিম্নলিখিত পরীক্ষা দ্বারা স্থিরানুপাত সূত্রটির সত্যতা পরীক্ষাগারে নির্ণীত হইতে পারে।

কপার নাইট্রেট কপার কার্বনেট বা কপার হাইড্রক্সাইড উত্তপ্ত করিয়া বিশুদ্ধ কালো কপার অক্সাইড ( CuO ) প্রস্তুত করা হয়।



বিভিন্নভাবে উৎপন্ন কপার অক্সাইডের নমুনাগুলিকে 1 2 3 নম্বর দেওয়া হইল। একটি পরিকার ও শুষ্ক পোর্সিলেন নৌকাকে বারংবার উত্তপ্ত ও শোষণাধীনে শীতল কবিতা ওজন লওয়া হইল, যতক্ষণ না পর পর দুইটি ওজন এক হয়। তাহার পর উক্ত নৌকায় সামান্য পরিমাণ 1 ন নমুনা লওয়া হইল।



পোর্সিলেনের ছোট নৌকা

পুনরায় নৌকাটি কপার অক্সাইডসহ ওজন করা হইল। দ্বিতীয় ওজন হইতে প্রথম ওজ্ঞা শ্বাদ দিলে কপার অক্সাইডের ওজন পাওয়া যাইবে। একটি বড় ফাঁদের শক্ত কাচের নল লইয়া তাহার দুই মুখে দুইটি স্ক কাচ নল যুক্ত ছিপি লাগাইয়া দেওয়া হইল। তাহার পর নমুনাসহ নৌকাটি একমুখে ছিপি খুলিয়া শক্ত কাচের নলের ভিতর রাখা হইল। নলের মধ্য দিয়া স্ক কাচ নলের সাহায্যে শুষ্ক ও বিশুদ্ধ হাইড্রোজেন গ্যাস প্রবাহিত করা হইল এবং সঙ্গে সঙ্গে পোর্সিলেন নৌকাটি যেখানে রাখা হইয়াছে নলের সেই স্থানটি খুব উত্তপ্ত করা হইল। এই প্রক্রিয়ায় কপার অক্সাইড বিজারিত (reduced) হইয়া লাল ধাতব কপার উৎপন্ন হবে। সমস্ত কপার অক্সাইড বিজারিত হইয়া লাল কপারে পরিণত হইলে দীপ নিভাইয়া দিয়া কিছুক্ষণ হাইড্রোজেন গ্যাস চালাইয়া পোর্সিলেন নৌকাটি ঠাণ্ডা করা হয় এবং পরে গ্যাস বন্ধ করা হয়। নৌকাটিকে বাহির কবিতা আনিয়া শোষণাধীনে রাখিয়া সম্পূর্ণ শীতল করা হয় এবং পবে তাহাকে ওজন করা হয়। এইভাবে 2 ন এবং 3 ন নমুনা লইয়া পরীক্ষা করা হয়।

মনে কব 1 ন নমুনাতে নৌকার ওজন =  $\lambda$  গ্রাম

নৌকা + CuO র ওজন =  $\lambda_1$  গ্রাম

নৌকা + Cu এর ওজন = X গ্রাম

CuO র ওজন =  $(\lambda_1 - X)$  গ্রাম

এব Cu এর ওজন =  $(X_2 - X)$  গ্রাম।

অক্সিজেন যাহা উক্ত পরিমাণ Cu এর সহিত স যুক্ত আছে তাহার ওজন  

$$= [(\lambda_1 - X) - (X_2 - X)] \text{ গ্রাম}$$

$$= (\lambda_1 - X_2) \text{ গ্রাম}$$

এইরূপভাবে 2 ন ও 3 ন নমুনার পরীক্ষাতেও গণনা করা হয়। দেখা যাইবে যে CuO র বিভিন্ন নমুনা প্রতি 63.5 ভাগ কপারের সহিত 16 ভাগ অক্সিজেন স যুক্ত আছে।



এই সূত্রটির সত্যতা নির্ধারণ করার জন্য বহুপ্রকার পরীক্ষা হইয়াছে। স্টাস (Stas) নানা পদ্ধতিতে সিলভার ক্লোরাইড ( $\text{AgCl}$ ) প্রস্তুত করিয়া পরীক্ষা দ্বারা দেখাইয়াছেন যে সকল ক্ষেত্রেই সিলভার ক্লোরাইডে সিলভার ও ক্লোরিনের ওজনের অনুপাত একই হয়।

**গুণানুপাত সূত্র ( Law of Multiple Proportions )** যখন একটি মৌলিক পদার্থ অপর একটি মৌলিক পদার্থের সহিত বাসায়নিকভাবে সংযুক্ত হইয়া দুই বা ততোধিক যৌগিক পদার্থ উৎপন্ন করে তখন একটি মৌলিক পদার্থের নির্দিষ্ট ওজনের সহিত অপর মৌলিক পদার্থটির যে সকল বিভিন্ন ওজন সংযুক্ত হয়, সেই বিভিন্ন ওজনগুলির মধ্যে একটি সবল অনুপাত সর্বদাই পবিদৃষ্ট হয় অর্থাৎ অনুপাত ছোট পূর্ণসংখ্যা দ্বারা প্রকাশ করা যায়, যথা 1 2 2 3 3 4 5 7 প্রভৃতি কখনও ভগ্নাংশ হইবে না যেমন, 12 37।

**দৃষ্টান্ত** (1) কার্বনের সন্নি অক্সিজেনের সংযোগে দুইটি যৌগিক পদার্থ পাওয়া যায় যথা কার্বন মনোক্সাইড ও কার্বন ডাই অক্সাইড। এই দুইটি যৌগিক পদার্থে কার্বন ও অক্সিজেনের ওজনের অনুপাত নিরূপ —

যৌগিক পদার্থ	ওজনের অনুপাত	
	কার্বন	অক্সিজেন
(ক) কার্বন মনোক্সাইড	12	16
(খ) কার্বন ডাই অক্সাইড	12	32

অতএব নির্দিষ্ট পরিমাণ কার্বনের (12 ভাগ) সহিত যে বিভিন্ন পরিমাণ অক্সিজেন যুক্ত হইতে পারে তাহার অনুপাত 16 32 বা 1 2। অর্থাৎ একটি সরল অনুপাত।

(2) হাইড্রোজেন ও অক্সিজেন এই দুইটি মৌলিক পদার্থের সংযোগে দুইটি পদার্থ পাওয়া যায় যথা জল ও হাইড্রোজেন পার অক্সাইড। এই দুইটি যৌগিক পদার্থে হাইড্রোজেন ও অক্সিজেনের ওজনের অনুপাত নিরূপ —

যৌগিক পদার্থ	ওজনের অনুপাত	
	হাইড্রোজেন	অক্সিজেন
(ক) জল	2	16
(খ) হাইড্রোজেন পার অক্সাইড	2	32

অতএব নির্দিষ্ট ওজনের হাইড্রোজেনের (২ ভাগ) সহিত যে বিভিন্ন ওজনের অক্সিজেন যুক্ত হয় তাহাব অস্থাপাত 16 32 বা 1 2। ইহা একটি সরল অস্থাপাত।

(৩) নাইট্রোজেন ও অক্সিজেন রাসায়নিকভাবে সংযুক্ত হইয়া নিম্নলিখিত পাঁচটি নাইট্রোজেন অক্সাইড যৌগ উৎপন্ন করে। তাহাদের ভিতর নাইট্রোজেন ও অক্সিজেনের ওজনের অস্থাপাত তাহাদের নামের সহিত দেখান হইল।

### যৌগিক পদার্থ

- (ক) নাইট্রাস অক্সাইড
- (খ) নাইট্রিক অক্সাইড
- (গ) নাইট্রোজেন ট্রাই অক্সাইড
- (ঘ) নাইট্রোজেন পেন্ট অক্সাইড
- (ঙ) নাইট্রোজেন পেন্ট অক্সাইড

অতএব নির্দিষ্ট ওজনের নাইট্রোজেনের (14 ভাগ) সহিত যে বিভিন্ন ওজনের অক্সিজেন সংযুক্ত হয় তাহাব অস্থাপাত 8 16 24 32 40 বা 1 2 3 4 5। ইহা একটি সরল অস্থাপাত।

নিম্নলিখিত উপায়ে পরীক্ষাগারে এই সূত্রটির সত্যতা প্রমাণ করা যাইতে পারে।  
কপাটের দুইটি কঠিন অক্সাইড পাওয়া যায়—একটি কিউপ্রিক অক্সাইড (CuO) যাহাব বর্ণ কালো এবং অপবটি কিউপ্রাস অক্সাইড (Cu<sub>2</sub>O) যাহার বর্ণ লাল। দুইটি পোর্সিলেন নির্মিত পবিক্ষাব শুষ্ক নোকা লইয়া পৃথকভাবে তাহাদের উত্তপ্ত এবং শোষণাধারে শীতল করিয়া ওজন করা হয়। যতক্ষণ না তাহাদের ওজন স্থিরাঙ্কে আসে ততক্ষণ পর্যন্ত উত্তপ্তকরণ ও শীতলীকরণ পদ্ধতি পুনরাবৃত্তি করা হয়। তাহাব পর একটি নোকায় কালো কিউপ্রিক অক্সাইড এবং অপবটিতে লাল কিউপ্রাস অক্সাইড লইয়া তাহাদের পুরায় পৃথক পৃথক ভাবে ওজন করা হয়। পরে নোকা দুইটিকে পৃথকভাবে একটি বড় ফাদের শক্ত কাচ নলের ভিতর রাখা হয়। শক্ত কাচ নলের মধ্য দিয়া শুষ্ক বিশুদ্ধ হাইড্রোজেন গ্যাস প্রবাহিত করা হয় এবং সেই সময় বুনসেন দীপদ্বারা পোর্সিলেনের নোকা দুইটিকে খুব উত্তপ্ত করা হয়। হাইড্রোজেন গ্যাস দ্বারা অক্সাইড দুইটি বিজারিত হয় এবং নোকার ধাতব কপাট পড়িয়া থাকে। বিজারণ ক্রিয়া সম্পূর্ণভাবে সম্পন্ন করা হয়। তাহার পর দীপ

নিৰ্বাপিত করিয়া নৌকাটাই বাহিরে আনিয়া শোধকাধাবে রাখিয়া শীতল করা হয়। শীতল নৌকাটাই পৃথকভাবে ওজন করা হয়। পবে নিালিতিভাবে গণনা করা হইয়া থাকে।

**কিউপ্রিক অক্সাইড** পোর্সিলে নৌকায ওজা = W গ্রাম

পোর্সিলে নৌকা + CuO ব ওজন = W গ্রাম

পোর্সিলে নৌকা + Cu এর ওজা = W<sub>২</sub> গ্রাম

CuO ব ওজন = (W - W) গ্রাম এর Cu এর ওজা = (W - W) গ্রাম।

অক্সিজেনের ওজা যাহা (W - W) গ্রাম Cu এর সহিত যুক্ত ছিল—  
= [(W<sub>১</sub> - W) - (W - W)] গ্রাম = (W<sub>১</sub> - W) গ্রাম

1 গ্রাম অক্সিজেনের সহিত যুক্ত কপাৰ =  $\frac{W - W}{W_1 - W}$  গ্রাম

**কিউপ্রাস অক্সাইড** পোর্সিলেনের নৌকাব ওজন = X গ্রাম

পোর্সিলেনের নৌকা + Cu O ব ওজন = Y গ্রাম

পোর্সিলেনের নৌকা + Cu এর ওজন = Z গ্রাম

Cu<sub>২</sub>O র ওজা = (Y - X) গ্রাম এর Cu এর ওজা = (Z - X) গ্রাম

অক্সিজেনের ওজন যাহা (Z - X) গ্রাম Cu এর সহিত যুক্ত ছিল =  
[Y - X] - (Z - X) গ্রাম  
= (Y - Z) গ্রাম

1 গ্রাম অক্সিজেনের সহিত যুক্ত কপাৰ =  $\frac{Z - X}{Y - Z}$  গ্রাম।

সুৰূপে পরীক্ষা কবিলে দেখা যায় যে কিউপ্রিক ও কিউপ্রাস অক্সাইডে 1 গ্রাম অক্সিজেনের সহিত যে যে পরিমাণ কপাৰ যুক্ত থাকে তাহাব অনুপাত

$$\frac{W_2 - W}{W_1 - W} = \frac{Z - X}{Y - Z} = 1 \quad 2 \text{ হয়।}$$

**\*মিথেনুপাত সূত্র (Law of Reciprocal Proportions)** যখন একটি বিশিষ্ট মৌলিক পদার্থ অপর দুই বা ততোধিক মৌলিক পদার্থের সহিত পৃথকভাবে সংযুক্ত হইয়া বিভিন্ন যৌগিক পদার্থের

হয়। পাঠ্যপুস্তক বহির্ভূত কিন্তু সমস্ত পুস্তকগুলি এখানে সামঞ্জস্য রক্ষার জন্য উল্লিখিত হইল।

সৃষ্টি করে তখন বিশিষ্ট মৌলের কোন নির্দিষ্ট ওজনের সহিত অণু দুই বা ততোধিক মৌল পৃথক পৃথক ওজনে সংযুক্ত হয়। এখন অণু মৌলগুলি যদি পরস্পর যুক্ত হইতে চায় তবে তাহা একে অণুর সহিত যে ওজনে মিলিত হইবে তাহা বিশিষ্ট মৌলের নির্দিষ্ট ওজনের সহিত সংযুক্ত উক্ত মৌলদ্বয়টির পৃথক পৃথক ওজনের সমান হইবে অথবা ঐ ওজনগুলির সরল গুণিতক হইবে।

ধরা যাউক কোন একটি বিশিষ্ট মৌলের (X)  $a$  গ্রাম যথাক্রমে অণু একটি মৌলের (Y)  $b$  গ্রামের সহিত এবং অপব একটি মৌলের (Z)  $c$  গ্রামের সহিত পৃথকভাবে মিলিত হয়। এখানে Y এবং Z যদি রাসায়নিক ক্রিয়াদ্বারা একটি যৌগিক পদার্থ উৎপন্ন করে তবে তাহাতে Y ও Z এবং ওজনের অনুপাত হইবে  $b : c$  অথবা ঐ রাসায়নিক কোন সরল গুণিতক যথা  $b : 2c$  অথবা  $2b : c$  অথবা  $2b : 3c$  ইত্যাদি।

**দৃষ্টান্ত** (1) কার্বনের সহিত অক্সিজেন ও সলফার পৃথকভাবে যুক্ত হইয়া বার্বন ডাই অক্সাইড ও কার্বন ডাই সলফাইড উৎপন্ন করে। উক্ত যৌগ পদার্থ দুইটিকে মৌলিক উপাদানগুলির ওজনের অনুপাত নিম্নরূপ —

কার্বন ডাই অক্সাইডে কার্বন অক্সিজেন = 12 : 32

কার্বন ডাই সলফাইডে কার্বন সলফার = 12 : 64

যখন সলফার ও অক্সিজেন রাসায়নিকভাবে সংযুক্ত হইবে তখন তাহাদের ওজনের অনুপাত হইবে  $64 : 32$  অথবা  $2 : 1$  অথবা ইহাদের কোন সরল গুণিতক। আমরা জানি যে সলফার ও অক্সিজেনের রাসায়নিক ক্রিয়ায় ফলে সলফার ডাই অক্সাইড নামক যৌগ পদার্থ উৎপন্ন হয় এবং তাহাতে সলফার ও অক্সিজেনের ওজনের অনুপাত  $32 : 2$  বা  $2 : 2$  বা  $2 : 2 \times 1$ ।

(2) 21 ভাগ ফস্ফোরাস  $3 \times 1$  ভাগ হাইড্রোজেনের সহিত সংযুক্ত হইয়া ফস্ফিন নামক গ্যাস উৎপন্ন করে।

আবার 31 ভাগ ফস্ফোরাস  $3 \times 35.45$  ভাগ ক্লোরিনের সহিত সংযুক্ত হইয়া ফস্ফোরাস ট্রাই ক্লোরাইড নামক যৌগিক পদার্থ উৎপন্ন করে

এক্ষণে হাইড্রোজেন ও ক্লোরিনের ভিত্তি যদি রাসায়নিক ক্রিয়া হয় এবং তাহা ফলে যে যৌগিক পদার্থ উৎপন্ন হইবে তাহাতে হাইড্রোজেন ও ক্লোরিনের ওজনের

## রসায়নের গোড়ার কথা

অমুপাত হইবে  $3 \times 1$   $3 \times 35.45$  বা  $1$   $35.45$  অথবা ঐ রাশিগুলির কোন গুণিতক।

আমরা জানি যে হাইড্রোজেন ও ক্লোরিনের ক্রিয়ার ফলে হাইড্রোজেন ক্লোরাইড নামে যৌগিক পদার্থ উৎপন্ন হয় এবং তাহাতে হাইড্রোজেন ও ক্লোরিনের ওজনব অমুপাত  $1$   $35.45$ ।

আবার আমরা জানি যে

৪ গ্রাম অক্সিজেন ১ গ্রাম হাইড্রোজেনের সহিত

বা ২০ গ্রাম ক্যালসিয়ামের সহিত

বা ৩৫.৪৫ গ্রাম ক্লোরিনের সহিত

বা ১২ গ্রাম ম্যাগনেসিয়ামের সহিত

বা ১৯ গ্রাম স্ট্রোমিয়ারের সহিত

বাসায়নিকভাবে সমান হয়। তাহা হইতে জানা যায় যে যদি ডানদিকের মৌলগুলি তাহাদের নিজেদের তিতব সমান হইতে পারে তাহা হইলে তাহারা ডানদিকে উক্ত ওজনের অমুপাতে অথবা উক্ত ওজনের সবল অমুপাতে সমান হইবে।

যথা ১ গ্রাম হাইড্রোজেন ২০ গ্রাম ক্যালসিয়ামের সমিত

বা ৩৫.৪৫ গ্রাম ক্লোরিনের সহিত

বা ১৯ গ্রাম স্ট্রোমিয়ারের সমিত

সমান হইবে। কিন্তু আমরা জানি যে ক্যালসিয়ামের ওজন ১ গ্রাম হাইড্রোজেন বা ৪ গ্রাম অক্সিজেনের সহিত সমান হইতে পারে সেই ওজনের উক্ত মৌলের তুল্যাক বলে। ইহা হইতে আমরা তুল্যাক অনুপাত সূত্র পাইয়া থাকি।

**তুল্যাক অনুপাত সূত্র (Law of Equivalent Proportions)**

মৌলিক পদার্থগুলি পরস্পর তাহাদের তুল্যাকের অমুপাতে বা উক্ত তুল্যাকের সবল গুণিতকের অমুপাতে সমান হইয়া থাকে।

মিথোঅমুপাত সূত্র তুল্যাক অনুপাত সূত্রের একটি বিশেষ অংশ মাত্র।

**গ্যাসীয় আয়তন সূত্র (Law of Gaseous Volumes)** দুই বা ততোধিক

গ্যাসীয় পদার্থের বাসায়নিক বিক্রিয়ার সময় তাহাদের আয়তনগুলি সরল অনুপাতে থাকে এবং বিক্রিয়ার ফলে উৎপন্ন যৌগ যদি গ্যাসীয় পদার্থই হয় তাহাৎ আয়তনও বিক্রিয়ার গ্যাসগুলির আয়তনের সহিত

সরল অমুপাতে থাকে যদি গ্যাসীয় পদার্থসকলের আয়তন একই উষ্ণতা ও চাপে মাপা হয়।

**দৃষ্টান্ত (ক)** এক ঘনায়তন হাইড্রোজেন ও এক ঘনায়তন ক্লোরিন বায়নিক ভাবে সংযুক্ত হইয়া দুই ঘনায়তন হাইড্রোজেন ক্লোরাইড নামক গ্যাসীয় যৌগিক পদার্থ উৎপন্ন করে। অতএব আয়তন হিসাবে হাইড্রোজেন ক্লোরিন হাইড্রোজেন ক্লোরাইড = 1 : 1 : 2। ইহা সরল অমুপাত।

**(খ)** এক ঘনায়তন নাইট্রোজেন ও তিন ঘনায়তন হাইড্রোজেন বায়নিক ভাবে ক্রিয়া করিয়া দুই ঘনায়তন অ্যামোনিয়া গ্যাস উৎপন্ন করে। আয়তন হিসাবে নাইট্রোজেন হাইড্রোজেন অ্যামোনিয়া = 1 : 3 : 2। ইহা সরল অমুপাত। উৎপন্ন অ্যামোনিয়া গ্যাসের আয়তন ক্রিয়াশীল নাইট্রোজেন ও হাইড্রোজেনের আয়তনের সঙ্গে সরল অমুপাতে আছে।

**(গ)** দুই ঘনায়তন কার্বন মনোক্সাইড এক ঘনায়তন অক্সিজেনের সহিত রাসায়নিক ক্রিয়া দ্বারা দুই ঘনায়তন কার্বন ডাই অক্সাইড উৎপন্ন করে। অতএব আয়তন হিসাবে কার্বন মনোক্সাইড অক্সিজেন কার্বন ডাই অক্সাইড = 2 : 1 : 2। ইহা সরল অমুপাত।

**ডাল্টনের পবমাণুবাদ (Dalton's Atomic Theory)** ক্ষুদ্র ক্ষুদ্র বহুসংখ্যক কণিকা দ্বারা যে প্রত্যেকটি পদার্থ গঠিত হয় এই মত বহুকাল হইতেই দার্শনিকগণের ভিতর প্রচলিত ছিল। এই সম্পর্কে হিন্দু দার্শনিক কণাদেব নামই সর্বপ্রথমে উল্লেখযোগ্য। তাহার পূর্বে গ্রীক দার্শনিকগণ এই মতবাদ বহুদিন যাবৎ পোষণ ও প্রচার করিয়া গিয়াছেন। কিন্তু সর্বপ্রথম সুনির্দিষ্টভাবে পদার্থের গঠন সম্পর্কে বৈজ্ঞানিক পবমাণুবাদ ইংরেজ বিজ্ঞানবিদ জন ডাল্টন বিজ্ঞানজগৎকে দান করেন। ডাল্টনের পবমাণুবাদ অনুসারে—

**(ক)** মৌলিক পদার্থগুলি বহুসংখ্যক অতি ক্ষুদ্র ক্ষুদ্র কণা দ্বারা গঠিত। এই ক্ষুদ্র কণাগুলি অবিভাজ্য এবং ইহাদের পবমাণু বলা চলে।

**(খ)** পরমাণুগুলি বায়নিক প্রক্রিয়া দ্বারা বিভক্ত হয় না বা সৃষ্ট হয় না বা ধ্বংসপ্রাপ্ত হয় না।

**(গ)** একই মৌলের সমস্ত পরমাণু একই ওজনের হয় এবং তাহাদের ধর্মও সবতোভাবে এক হয়।

(ঘ) বিভিন্ন মৌলের পরমাণু বিভিন্ন ওজনের ও বিভিন্ন ধর্মের হয়।

(ঙ) দুই বা ততোধিক বিভিন্ন মৌলের যৌগ মৌলগুলির পবমাণুসমূহের সুনির্দিষ্ট পাশাপাশি অবস্থান দ্বারা উৎপন্ন।

(চ) দুই বা ততোধিক মৌলের সংযোগের সময় তাহাদের ওজনের আকিক-অনুপাত তাহাদের পবমাণুব ওজনের অনুপাত মাত্র।

বহুপ্রকারে পরীক্ষা এবং পর্যবেক্ষণ এই পবমাণুবাদের স্বীকাণ্ডপিব (postulates) সত্যতা প্রমাণিত কবিযাছে।

বস্তুত, ডাল্টনের এই পরমাণুবাদের উপবই বসমান বসায়নশাস্ত্রের ভিত্তি স্থাপিত হইযাছে এবং ইহাব সাহায্যেই সকল প্রকার বাসায়নিক সংযোগস্থত্রগুলির ব্যাখ্যা সম্ভব হইযাছে।

এই পবমাণুগুলি অতি ক্ষুদ্র এবং উহাদের আয়তন ও ওজনের একটা মোটামুটি ধারণা কবাব চেষ্টা কবা যাইতে পাবে। একটি হাইড্রোজেনের পবমাণুব ওজন  $16 \times 10^{-27}$  গ্রাম এবং তারাব ব্যাস  $12 \times 10^{-11}$  সটিমিটার। কিন্তু এই সংখ্যাগুলি এত ক্ষুদ্র যে কল্পনাতে আনা যায় না।

### Questions

1 State the laws of chemical combination and explain them with one example in each case

১। বাসায়নিক সংযোগস্থত্রগুলি উল্লেখ কবিযা ব্যাখ্যা কব এবং প্রত্যেক ক্ষত্রে একটি কবিযা উদাহরণ দাও।

2 State the law of constant proportions Describe an experiment for verification of this law

Silver chloride can be prepared in various ways By analysing silver chloride prepared in different ways the following results are obtained —

- (a) 80.24 grams of silver yield 106.6 grams of silver chloride
- (b) 108.549 grams of silver yield 144.2070 grams of silver chloride
- (c) 69.4674 grams of silver yield 92.8745 grams of silver chloride

Show that these results prove the law of definite proportions

২। হিবারুপাত সূত্রটি লিখ। এই সূত্র প্রমাণ করিবার জন্য একটি পদার্থের বর্ণনা কর।

সিলভার ক্লোরাইড নানাভাবে প্রস্তুত করা যায়। বিভিন্ন উপায়ে প্রস্তুত সিলভার ক্লোরাইড পরীক্ষা কবিশ্য নিম্নলিখিত ফলগুলি পাওয়া গেল —

(ক) ৮০.২৪ গ্রাম সিলভার হইতে ১০৬.৬ গ্রাম সিলভার ক্লোরাইড পাওয়া যায়।

(খ) ১০৮.৫৪৯ গ্রাম সিলভার হইতে ১৪৪.২০৭০ গ্রাম সিলভার ক্লোরাইড পাওয়া যায়।

(গ) ৬৯.৪৬৭৪ গ্রাম সিলভার হইতে ৯২.৮৭৪৫ গ্রাম সিলভার ক্লোরাইড পাওয়া যায়।

— এই ফলগুলি হিবারুপাত সূত্রটি প্রমাণ করবে — দেখাও।

3. State the law of multiple proportion. Explain the truth of this law taking the cases of compounds of carbon and hydrogen.

A metal has two oxides. When 1 gram of each oxide is heated in hydrogen gas the weights of metals produced are found to be 0.798 and 0.888 grams respectively.

Show that the results of the experiment support the law of multiple proportions.

৩। গুণানুপাত সূত্রটি লিখ। ক বর্ন ও হাইড্রোজেনের বিভিন্ন যৌগ লইয়া সূত্রটির সত্যতা ব্যাখ্যা কবিশ্য দেখাও।

কোন ধাতুর দুই প্রকার অক্সাইড পাওয়া যায়। প্রত্যেকটির ১ গ্রাম কবিশ্য লইয়া হাইড্রোজেন গ্যাসের ভিতর রাখিয়া উত্তপ্ত কবিলে যথাক্রমে ০.৭৯৮ গ্রাম এবং ০.৮৮৮ গ্রাম ধাতু পাওয়া যায়। দেখাও যে এই পরীক্ষার ফলগুলি গুণানুপাত সূত্র সমর্থন কবে।

4. Two elements A and B combine chemically to form three compounds. The element B is present in these compounds to the extent of 25%, 14.28% and 7.69% respectively. Show that these experimental results support the law of multiple proportions.

৪। দুইটি মৌল ক এবং খ রাসায়নিকভাবে যুক্ত হইয়া তিনটি যৌগপদার্থ উৎপন্ন কবে। এই তিনটি যৌগপদার্থে যথাক্রমে খ মৌলিক ২৫%, ১৪.২৮%, এবং ৭.৬৯% থাকে। দেখাও যে এই পরীক্ষার ফলগুলি গুণানুপাত সূত্রকে সমর্থন কবে।

5. Two chlorides are known for a metal. In one of these chlorides chlorine is present to the extent of 60.6% in the other chlorine is found to be 55.9%. These results prove the truth of a distinct law of chemical combination. State the law.



৫। একটি ধাতুর দুই প্রকার ক্লোরাইড জানা আছে। তাহাব একটিতে ক্লোরিনের পরিমাণ হইল শতকরা ৬৫.৬ ভাগ অষ্টটিতে ক্লোরিনের পরিমাণ হইল শতকরা ৫৫.৯ ভাগ। এই পরীক্ষার ফলগুলি একটি বিশিষ্ট বাসায়নিক সূত্র সপ্রমাণ করে। সূত্রটি লিখ।

6 State what you know about Dalton's Atomic Theory

৬। ডাল্টনের পরমাণুবাদ সঙ্ক্ষেপে যাহা জান লিখ।

7 State Dalton's Atomic Theory and indicate its utility  
Explain what you understand by atomic weight of an element  
(Higher Secondary West Bengal 1961)

৭। ডাল্টনের পরমাণুবাদ উল্লেখ কর এবং উহাব ব্যবহার উল্লেখ কর। কোনো কোনোের পারমাণবিক ও ন বলিলে কি বুঝ ব্যাখ্যা কর।

8 State the Law of Definite proportion Given that (a) 0.12 gm of a metal gives 0.20 gm of oxide when heated in air (b) its carbonate and nitrate contain 28.5 and 16.2 of the metal respectively—apply the law to calculate what weight of the oxide will be obtained by heating 1.00 gm each of the carbonate and the nitrate  
(Higher Secondary West Bengal 1963)

৮। স্থিরাঙ্কপাত সূত্র উল্লেখ কর।

দেওয়া আছে যে (ক) ০.১২ গ্রাম কোনও ধাতু বায়ুতে উত্তপ্ত করিলে ০.২০ গ্রাম উক্ত ধাতুর অক্সাইড উৎপন্ন হয় (১) ধাতুর কার্বনেটে ও নাইট্রেটে ২৮.৫, এবং ১৬.২ ধাতু বর্জমান—স্থিরাঙ্কপাত সূত্র প্রয়োগ করিয়া ১ গ্রাম কার্বনেট এবং ১ গ্রাম নাইট্রেট উত্তপ্ত করিয়া কি পরিমাণ ধাতু অক্সাইড পাও ইহে তাহা হিসাব করিয়া বাহিব কর।

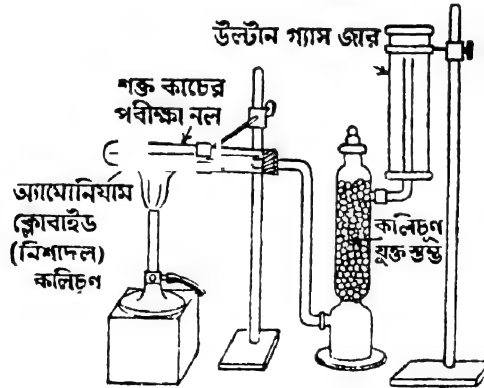
## পঞ্চদশ অধ্যায়

### অ্যামোনিয়া (Ammonia)

আণবিক স কেত— $\text{NH}_3$ । আণবিক ওজন—17। বাষ্পীয় ঘাতক—85।

নাইট্রোজেন ঘটিত জৈব পদার্থের পচনের ফলে অ্যামোনিয়া উৎপন্ন হয়। উদ্ভিদ ও জীবজন্তুর দেহের ক্ষয় ও পচনে অ্যামোনিয়া উৎপন্ন হইয়া বায়ুতে মিশিয়া যায় অথবা জমিতে অ্যামোনিয়া ঘটিত লবণ হইয়া থাকিয়া যায়। বায়ুমণ্ডলে, আগ্নেয়গিরির নিকটে ও স্বাভাবিক জলে ইহা মুক্ত অবস্থায় পাওয়া যায়। উষ্ণ মণ্ডলেব (Tropics) জমিতে অ্যামোনিয়াম লবণ হিসাবে ইহা পাওয়া যায়। অ্যামোনিয়াম ক্লোরাইড ( $\text{NH}_4\text{Cl}$  নিশাদল) সাধাবণত উষ্ণ প্রদেশের মাটি হইতে সংগৃহীত হয়।

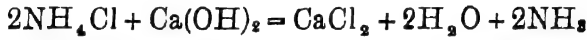
প্রস্তুতি সাধাবণত অ্যামোনিয়াম ক্লোরাইডের সহিত কোন তীব্র ক্ষারক মিশাইলে অ্যামোনিয়া উৎপন্ন হয়। পরীক্ষাগারে কলিচুন তীব্র ক্ষারক হিসাবে ব্যবহার করা হয়।



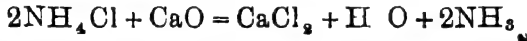
চিত্র ন 6

একটি শক্ত কাচের পবীক্ষানলে শুষ্ক গুড়া অ্যামোনিয়াম ক্লোরাইডের সহিত তাহাব দ্বিগুণ পরিমাণ শুষ্ক কলিচুনের মিশ্রণ লওয়া হয়। তাহাব পর শক্ত কাচের নলটি একটি দণ্ডের সহিত বন্ধন দিয়া একটু আনতভাবে আটকান হয়। পরীক্ষানলে মিশ্রণটি একপভাবে রাখা হয় যেন গ্যাস বাহিব হইবার পথ থাকে।

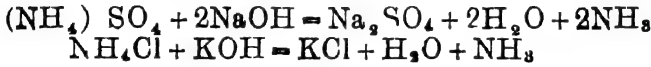
পরীক্ষানলটিকে পবে একটি নির্গম নলযুক্ত ছিপি দিয়া বন্ধ করিয়া বুনসেন দীপ দিয়া সাবধানে উত্তপ্ত করা হয়। আর্দ্র অ্যামোনিয়া গ্যাস নির্গম নল দিয়া বাহির হয়। গ্যাসটি শুষ্ক করিবার জন্ত নির্গম নলের অপব প্রান্ত একটি পাথুরে চুনপূর্ণ স্তম্ভের নিম্নে যুক্ত করিয়া দেওয়া হয় এবং গ্যাসটি চুনের ভিতর দিয়া যাইয়া স্তম্ভের উপর বাহির হয়। স্তম্ভের সহিত যুক্ত একটি উল্লম্ব মুখী নির্গম নলের উপর উবুড কবিয়া একটি গ্যাস জার রাখিলে সেই গ্যাস জারে শুষ্ক অ্যামোনিয়া বায়ু নিম্নপ্রশ (downward displacement) দ্বারা জমা হয় কারণ অ্যামোনিয়া গ্যাস বায়ু অপেক্ষা হালকা।



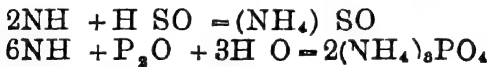
কলিচুনের পরিবর্তে পাথুরে চুন (CaO) ব্যবহার কবিলে উদ্ভূত অ্যামোনিয়াম জলীয় বাষ্পের পরিমাণ কম হয়।



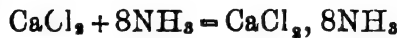
যে কোন অ্যামোনিয়ার লবণ যে কোন তীব্র ক্ষারক দিয়া সামান্য উত্তপ্ত করিলে অ্যামোনিয়া পাওয়া যায়। যথা



অ্যামোনিয়া গ্যাস শুষ্ক করিতে ঘন সলফিউরিক অ্যাসিড বা ফস্ফোরাস পেন্টক্সাইড ( $\text{P}_2\text{O}_5$ ) ব্যবহার করা যায় না কারণ অ্যামোনিয়া মৃদু ক্ষারক হিসাবে উহাদের সহিত যথাক্রমে অ্যামোনিয়াম সলফেট  $[(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4]$  এবং অ্যামোনিয়াম ফস্ফেট  $[(\text{NH}_4)_3\text{PO}_4]$  লবণ গঠন করে।



অ্যামোনিয়া গ্যাস গলিত ক্যালসিয়াম ক্লোরাইড (fused  $\text{CaCl}_2$ ) দ্বারাও শুষ্ক করা যায় না কারণ  $\text{CaCl}_2$  দ্বারা উহা শোষিত হয় এবং  $\text{CaCl}_2 \cdot 8\text{NH}_3$  এই যৌগপদার্থ উৎপন্ন হয়।



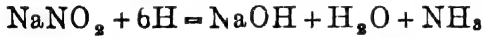
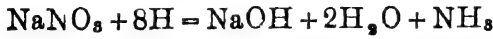
সেই কারণে অ্যামোনিয়া গ্যাসকে পাথুরে চুন (CaO) দ্বারা শুষ্ক করা হয়।

অ্যামোনিয়া গ্যাস জলে অতিশয় দ্রাব্য। সেইজন্ত বায়ুর নিম্নপ্রশ দ্বারা উক্ত গ্যাস সংগ্রহ করা হয়। গ্যাস জার অ্যামোনিয়া ভর্তি হইল কিনা জানিবার জন্ত একটি কাচের দণ্ডে ঘন হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড লইয়া গ্যাস জারের মুখে ধরা হয়।

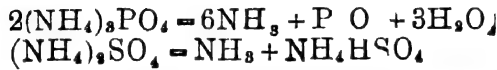
ঘন ধোয়া দেখা দিলেই বুঝিতে হইবে যে গ্যাস জীব অ্যামোনিয়া দ্বারা ভর্তি হইয়াছে। পারদের অশাব্য দ্বারাও শুষ্ক গ্যাস সংগ্রহ করা যায়।

অন্য নানা উপায়ে অ্যামোনিয়া পাওয়া যাইতে পারে।

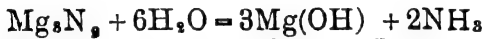
(ক) জাযমান (nascent) হাইড্রোজেন দ্বারা নাইট্রিক অ্যাসিড ( $\text{HNO}_3$ ), নাইট্রেট বা নাইট্রাইট বিজারিত করিলে অ্যামোনিয়া উৎপন্ন হয়।



(খ) কতকগুলি অ্যামোনিয়াম লবণকে শুষ্ক উত্তপ্ত করিলেই অ্যামোনিয়া গ্যাস উদ্ভূত হয়।



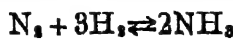
(গ) জল দিয়া ফুটাইলে বা উত্তপ্ত জলীয় বাষ্পের সহিত ক্রিয়ার ফলে কতকগুলি ধাতব নাইট্রাইড আর্দ্র বিশ্লেষিত (hydrolysis) হইয়া অ্যামোনিয়া গ্যাস দিয়া থাকে।



(ঘ) সাধারণ উষ্ণতায় অ্যামোনিয়ার নিরবচ্ছিন্ন প্রবাহ পাইবার জন্য অ্যামোনিয়ার ঘন দ্রবণ যাহা বাজারে Liquor Ammonia হিসাবে পাওয়া যায় তাহা বিন্দুপাতন ফানেলে (dropping funnel) লইয়া ফানেলটি একটি কর্কের ছিপিব মুখে লাগান হয়। উক্ত ছিপিতে একটি গ্যাস নির্গমন নলও লাগান হয়। তাহার পব ছিপিটি একটি কনিক্যাল (শঙ্কব) ফ্লাস্কের মুখে লাগান হয়। কনিক্যাল ফ্লাস্কের ভিতর কিছুটা কঠিন কঠিক সোডা রাখা হয়। [নবম শ্রেণীর জন্য লিখিত বদায়নের গোড়ার কথা (চতুর্থ সংস্করণ) ৭১ পৃষ্ঠার ১৩নং চিত্রের অমূহরূপ যন্ত্র সাজান হয়।]

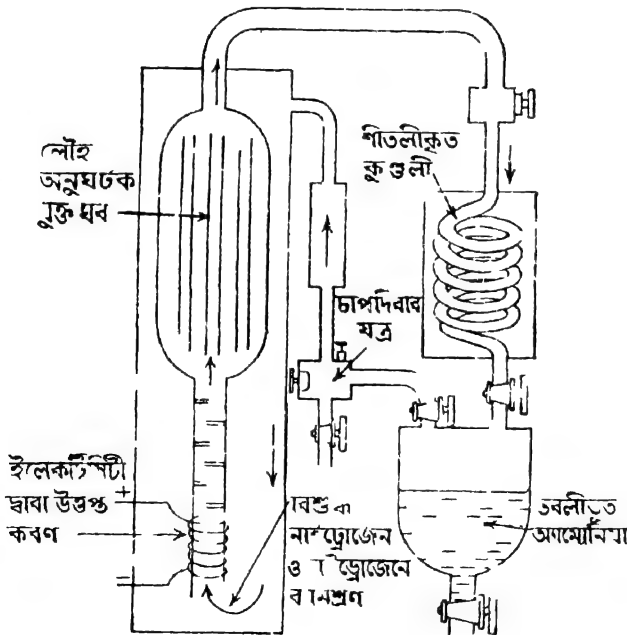
বিন্দুপাতন ফানেল হইতে Liquor Ammonia কঠিন কঠিক সোডার উপর ফোঁটা ফোঁটা করিয়া ফেলিলে অ্যামোনিয়া গ্যাসের প্রবাহ নির্গমন নল দিয়া বাহির হইয়া আসিবে।

অ্যামোনিয়ার পণ্য উৎপাদন নাইট্রোজেন ও হাইড্রোজেন উক্ত চাপে ও নির্দিষ্ট উষ্ণতায় যুক্ত হইয়া অ্যামোনিয়া উৎপন্ন করে।



ইহাকে অ্যামোনিয়ার সংশ্লেষণ (Synthesis) বলে। উপরের সমীকরণ হইতে আমরা দেখিতে পাই যে ১ আয়তন নাইট্রোজেন ৩ আয়তন হাইড্রোজেনের সহিত যুক্ত হইয়া ২ আয়তন অ্যামোনিয়া উৎপন্ন করে। উপরন্তু উক্ত প্রক্রিয়াটি উভমুখী (reversible)। আব অ্যামোনিয়া উৎপন্ন হইবার সময় তাপ উদ্ধৃত হয়।

এই সমস্ত বিষয় পয়ালে চনা কবিয়া হেবার (Haber) দেখান যে নির্দিষ্ট পরিমাণ নাইট্রোজেন ও হাইড্রোজেন হইতে অধিক পরিমাণ অ্যামোনিয়া উৎপাদন করিতে হইলে (১) উচ্চ চাপ (২) মধ্যম বকমেব উষ্ণতা (Optimum temperature) এবং (৩) অমুঘটক প্রয়োজন হয়। উপরন্তু উভমুখী ক্রিয়াকে একমুখী করার জন্ত উৎপন্ন অ্যামোনিয়া যতদূর সম্ভব সত্ত্ব ক্রিয়ার স্থল হইতে সবাইয়া লইতে হয়। অ্যামোনিয়াব পণ্য উৎপাদন অধুনা হেবার পদ্ধতিতে হইয়া থাকে।



চিত্র ন ৭

হেবার-পদ্ধতি বিশুদ্ধ নাইট্রোজেন ও হাইড্রোজেন ১ : ৩ আয়তনিক অনুপাতে মিশ্রিত কবিয়া চাপ দীবার যন্ত্র (পাম্প) দিয়া ২০০ গুণ বায়ুমণ্ডলের

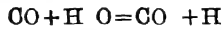
চাপে স কুচিত কবিয়া ক্রোমিয়ামযুক্ত স্টীল দ্বারা নির্মিত প্রকোষ্ঠে প্রবেশ করান হয়। এই প্রকোষ্ঠের অভ্যন্তরে অমুঘটক (catalyst) স্বল্প বিস্তৃত লোহাব ও ডা.ও অমুঘটক সহায়ক (promoter) মলিবডোম (molybdenum) নলের ভিতর ছোট ছোট তাকেব উপর পর্যাপ্ত পরিমাণ রাখা হয় এবং বিদ্যুৎসাহায্যে উষ্ণকে 550 সেন্টিগ্রেডে উত্তপ্ত রাখা হয়। অমুঘটকপূর্ণ নলগুলিকে বিবিয়া কঙ্কাকর মা- উহাব চাবিদিকে একটি বহি প্রকোষ্ঠ আছে। এই বহি প্রকোষ্ঠ দিয়া উচ্চ তাপে স কুচিত গ্যাস মিশ্রণ প্রবাহিত হইয়া অবশেষে অমুঘটকেব নলের ভিতর প্রবেশ করে এবং অমুঘটকেব স স্পর্শে আসে। ইহাব ফলে মিশ্রণের ততকবা প্রায় 10 ভাগ গ্যাস অ্যামোনিয়াতে পরিণত হয়। অ্যামোনিয়া উৎপন্ন হইবাব সময় যথেষ্ট তাপের উদ্ভব হয় এবং অমুঘটকযুক্ত নলের বাহি দিয়া শীতল গ্যাস মিশ্রণটিকে চালনা কবাব ফলে বিক্রিয়া উদ্ভূত তাপের কিছুটা শীতল গ্যাস মিশ্রণকে উত্তপ্ত করিতে ব্যয়িত হয় এবং বাকী তাপের সাহায্যে নাইট্রোজেন ও হাইড্রোজেন উত্তপ্ত ইয়া বিক্রিয়া প্রকোষ্ঠে অ্যামোনিয়া উৎপন্ন করে।

৭ম অ্যামোনিয়া ও অবিকৃত হাইড্রোজেন ও হাইড্রোজেন আধক চাপে শীতকে (Cooling Chamber) দ্বিতীয় শীতলকৃত কুণ্ডলাব ভিতর প্রবেশ কবাহয়া শীতল কবা হয়। ঐ কবে কঠিন কাবন ডাই অক্সাইড ও ইহাব মিশ্রিত কবিয়া হিম মিশ্র তৈয়াবি কবিয়া রাখা হয়। শীতকে অ্যামোনিয়া ওবল হইয়া নিম্নস্থ নল দিয়া বাহিহ হইয়া একটি পাত্রেব ভিতর সঞ্চিত হয়। পাম্পদ্বারা অপবিবর্তিত নাইট্রোজেন ও হাইড্রোজেনকে পুনরায় উচ্চ চাপে বিক্রিয়া প্রকোষ্ঠে পাম্পন হয়।

৮ম সহিত কিছুটা নূতন নাইট্রোজেন ও হাইড্রোজেন 1 ও 3 ভাগ ঐক অমুঘটকে মিশাইবা দেওয়া হয়। এইভাবে অ্যামোনিয়ার প্য উৎপাদন নাইট্রোজেন ও হাইড্রোজেনের সংশ্লেষণ দ্বারা সম্ভব হইয়াছে। জল দ্রাবিত কবিয়াও উৎপন্ন অ্যামোনিয়া অপবিবর্তিত কবা যায়। তখন অপবিবর্তিত নাইট্রোজেন ও হাইড্রোজেনকে শুদ্ধ কবিয়া বিক্রিয়া প্রকোষ্ঠে পাঠানো হয়।

**দ্রষ্টব্য** ভারতে সিদরীতে এই উপায়ে অ্যামোনিয়া উৎপাদনের প্রথম কারখানা স্থাপিত হইয়াছে। এইখানে জল গ্যাস ( $\text{CO} + \text{H}_2$ ) হইতে কার্বন মনোক্সাইড অপসারণ দ্বারা হাইড্রোজেন এবং প্রোডিউসার গ্যাস ( $\text{CO} + \text{N}_2$ ) হইতে কার্বন মনোক্সাইড অপসারণ দ্বারা নাইট্রোজেন প্রস্তুত কবা হয়। কার্বন মনোক্সাইড অপসারণ কবাব জন্ত উভয় ক্ষেত্রেই উপযুক্ত পরিমাণ স্টীম মিশাইবা মিশ্রণটিকে একটি  $\text{H}_2\text{O}$  এবং  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  পূর্ণ 550 সেন্টিগ্রেডে উত্তপ্ত নলের ভিতর দিয়া অতিক্রম

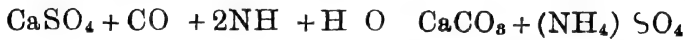
করান হয়। ইহাব ফলে কার্বন মনোক্সাইড কার্বন ডাই অক্সাইডে পরিণত হয়। এখানে  $F_2 O$  অক্সিটক এবং  $Cr O$  অক্সিটক সহায়কের কাষ ব্যব।



কার্বন ডাই অক্সাইডকে ২৫ গুণ যুমগুলের চাপে জলে দ্রবীভূত করিয়া অপসারিত করা হয়। সামান্য পরিমাণ কার্বন মনোক্সাইড যাহা অপবিক্রিত থাকে তাহা কিছুপ্রাস ফরমেটেব অ্যামোনিয়া ঘটিত দ্রবণে শোষণ করিয়া অপসারণ করা হয়।

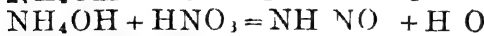
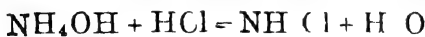
সিদ্ধান্তে ত লীকৃত বায়ু আশিক পাতন দ্বারা না ট্রোজেন এবং হাইড্রো কার্বনের উচ্চ উত্তাপ বিয়োজন হইতে হাইড্রোজেন উৎপাদনের ব্যবস্থাও করা হইয়াছে।

উৎপন্ন অ্যামোনিয়াকে গুড়া ক্যালসিয়াম সলফেট ও কার্বন ডাই অক্সাইডের সহিত জলের উপস্থিতিতে শোণিত করিয়া অ্যামোনিয়াম সলফেটে পরিবর্তিত করা হয়।



উক্ত অ্যামোনিয়াম সলফেট বাজারে সাব হিসাবে বিক্রয় হয়।

**অ্যামোনিয়াব ধর্ম** (১) অ্যামোনিয়া বর্ণহীন তীব্র বাঁঝালা গন্ধযুক্ত গ্যাস। (২) ইহা বায়ু অপেক্ষা অনেক লব্ধ (বাস্পায় ঘনত্ব ৪৫)। (৩) ইহা সহজেই তরলীভূত হয়। ১০ সেন্টিগ্রেডে ৬ বায়ুমগুলের চাপে তরল অ্যামোনিয়া পাওয়া যায়। (৪) অ্যামোনিয়া জলে অতিশয় দ্রবণীয়। ১ আয়তন জলে ০ সেন্টিগ্রেডে প্রায় ১৩০০ আয়তন গ্যাস দ্রবীভূত হয়। অ্যামোনিয়ার গাঢ় দ্রবণকে 'লাইকার অ্যামোনিয়া (Liquor Ammonia)' বলে। লাইকার অ্যামোনিয়াতে ৩৬/ অ্যামোনিয়া থাকে। অ্যামোনিয়া তরল দ্রবীভূত হইবার সময় জলের সহিত রাসায়নিক বিক্রিয়ার ফলে অ্যামোনিয়া হাইড্রক্সাইড উৎপন্ন করে ( $NH_3 + H_2O = NH_4OH$ )। ইহা একটি লব্ধ। অ্যামোনিয়াম হাইড্রক্সাইড লাল লিটমাসকে নীল রং পরিবর্তিত করে এবং বিভিন্ন অ্যাসিডের সঙ্গে সজ্জিত ক্রিয়া করিয়া অ্যামোনিয়াম লবণ ও জল উৎপন্ন করে।

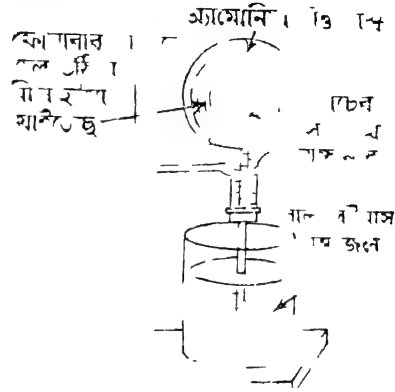


নিম্নলিখিত পৰীক্ষার দ্বারা উপরে লিখিত বর্ণনাবির সত্যতা প্রমাণিত হয় —

**পরীক্ষা** (১) একটি শুষ্ক ফ্লাস্ক অ্যামোনিয়া গ্যাস ভর্তি করা হয়। ফ্লাস্কের মুখ একটি ছিপি দিয়া বন্ধ করা হয়। ঐ ছিপির মধ্য দিয়া একটি সবুজ মুখবিশিষ্ট কাচের নল লাগান হয়। এই কাচ নলে সবুজ রবারের নল দিয়া অথবা একটি কাচ নল

যুক্ত করা হয়। সৰু বৰাবের নলে একটি পিন্চ কক্ ( pinch-cock ) লাগান থাকে। তাহাতে অ্যামোনিয়া গ্যাস বাহিৰে আসিতে বাধা পায়। ফ্লাস্কটিকে উল্টাইয়া একটা আ টাব ভিতৰ দিয়া প্ৰবেশ কৰাইয়া তাহাব মুখটিকে আটকাইয়া দেওয়া হয়। কাচের নলেব শেষপ্ৰান্ত পৰে একটি বীকারে বক্ষিত লাল লিটমাসের দ্ৰব্যেৰ ভিতৰ ডুবাইয়া দেওয়া হয়।

পৰে পিন্চ কক্টি খুলিয়া দেওয়া হয় এব ফ্লাস্কেৰ উপৰ একটু ইথাৰ ( ether ) একটি সহজে বাষ্পীভূত তৰল ) ঢালিয়া ফ্লাস্কটিক ঠাণ্ডা কৰা হয়। তাহাব নলে ভিতৰেব অ্যামোনিয়া গ্যাস স কুচিত হয় এব ফ্লাস্কেৰ ভিতৰ আটিকিত ততাত উৎপন্ন হয়। তখন কয়েক ফাটা লাল জল নল দিয়া উৰে উঠিয়া আসে এব অ্যামোনিয়া গ্যাস

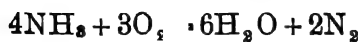


চিত্র ৭ ৬

কৃত উক্ত কয়েক ফাটা জল দ্ৰবীভূত হয়। ফলে ফ্লাস্কেৰ অভ্যন্তৰেব চাপ একবারে কমিয়া যায় এত জল ফোয়ারার আকাৰে ফ্লাস্কেৰ ভিতৰ ছড়াইয়া পড়ে। সঙ্গে সঙ্গে লাল জল নীল বৰ্ণে পৰিবৰ্তিত হয়। এই পৰীক্ষায় অ্যামোনিয়াৰ জলে অত্যধিক দ্ৰব্যতা এব উহাব ক্ষাবকত্ব উভয়ই প্ৰমাণিত হয়। এই পৰীক্ষাকে ফোয়ারা পৰীক্ষা ( Fountain Experiment ) বলে।

**পৰীক্ষা** একটি অ্যামোনিয়াপূৰ্ণ গ্যাস জাবে গাচ হাইড্ৰোক্লোৰিক অ্যাসিডে সিদ্ধ একখানি ফিলটাব কাগজ ছাড়িয়া দেওয়া হইলে তৎক্ষণাৎ প্ৰচুব সাদা ধোয়ায় গ্যাস জাবটি ভৰ্তি হইয়া যায়। ঐ সাদা ধোয়াটি সূক্ষ্ম সূক্ষ্ম অ্যামোনিয়াম ক্লোৰাইডেব কণার সমষ্টিমাত্র। অ্যামোনিয়া ও হাইড্ৰোজেন ক্লোৰাইড এই দুইটি গ্যাস একত্ৰিত কবিলেই তাহাদেব ভিতৰ বাসায়নিক বিক্ৰিয়াব ফলে অ্যামোনিয়াম ক্লোৰাইড উৎপন্ন হয়।  $NH_3 + HCl = NH_4Cl$

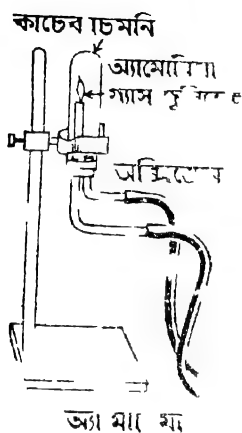
(৫) অ্যামোনিয়া অগ্নি দ্ৰব্যেব দহনে সাহায্য কৰে না এব বায়ুতে ইহা দাহ্য নহে। কিন্তু অক্সিজেনেৰ ভিতৰ ইহা সহজেই হালুদ ব এব শিখার সহিত জলিতে থাকে —





নিম্নলিখিত পরীক্ষা দ্বারা আক্সিজেনে অ্যামোনিয়ার দহন দেখান হইয়া থাকে

**পরীক্ষা** একটি কাচেব চিমনির মুখটি ককথাবা বন্ধ করিয়া উহার ভিতর দিয়া সমকোণে বাকান একটি ছোট এবং একটি দীর্ঘ কাচ নল লাগান হয়।

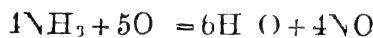


চিত্র ন ৯

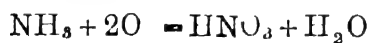
দীর্ঘ নলটি এরূপ যে উহা চিমনির শেষপ্রান্ত পর্যন্ত পৌছায় এবং ছোট নলটি ঠিক ককেব উপবে থাকে। ককের উপর কিছু তুলনা বাঁধা হয়। ছোট নল দিয়া অক্সিজেন এবং বড় নল দিয়া শুষ্ক অ্যামোনিয়া গ্যাস চিনিতে প্রবেশ করান হয়। সামান্যক্ষণের জন্য চিমনির উপর মুখ দিয়া বন্ধ করিয়া রাখা হয়। পরে বড় নলটিব মুখ হইতে নির্গত অ্যামোনিয়া গ্যাসে আগুা দ্বারা দিলে উহা হলুদবর্ণের শিখার সহিত জ্বলে।

(৬) অ্যামোনিয়া ও বায়ু ১ : ৭.৫ আয়তনিক অনুপাতে মিশ্রিত করিয়া ১৫০-৭০০ সেন্টিগ্রেড উত্তপ্ত প্লাটিনাম জালির (নাইট্রিক) উপর দিয়া দ্রুত প্রবাহিত

করিলে অ্যামোনিয়া জালির উপর দ্রুত অক্সিজেন প্রবাহিত হয়।

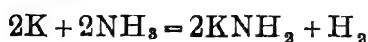
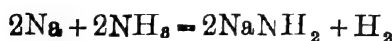


বায়ুর পরিবর্তে অ্যামোনিয়া ও অক্সিজেনের মিশ্রণ ১ : ২ আয়তনিক অনুপাতে মিশ্রিত করিয়া উক্ত মিশ্রণের সাহায্যে বিক্রিয়া সীমিত রাখিয়া (অ্যামোনিয়া ও অক্সিজেনের মিশ্রণের সাহায্যে) অক্সিজেন প্রবাহিত করিলে বিক্রিয়ায় (১) প্লাটিনাম জালির উপর দিয়া ১৫০-৭০০ সেন্টিগ্রেড উত্তপ্ত দ্রুত অতিক্রম করলে নাইট্রিক অ্যাসিডের পাতলা দ্রবণ উৎপন্ন হয়।

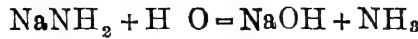


আধুনিক নাইট্রিক অ্যাসিডের শোধনপদ্ধতি এই দুই বিক্রিয়ার উপর প্রতিষ্ঠিত।

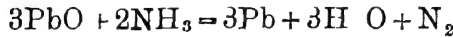
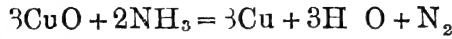
(৭) শুষ্ক অ্যামোনিয়া গ্যাস উত্তপ্ত সোডিয়াম বা পটাসিয়ামের উপর দিয়া পরিচালনা করিলে সোডিয়াম বা পটাসিয়াম অ্যামাইড (amide) উৎপন্ন হয়।



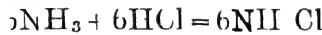
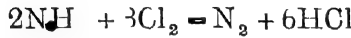
অ্যামাইডের সহিত জলের বিক্রিয়ার ফলে পুনরায় অ্যামোনিয়া পাওয়া যাইতে পারে।



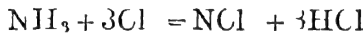
(৪) অ্যামোনিয়া ক্ষীণ বিজাবক। ইহা উত্তম্ন ধাতব অক্সাইডকে (যথা  $\text{CuO}$   $\text{PbO}$  প্রভৃতি) বিজাবিত করে।



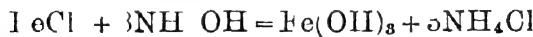
○(৫) অ্যামোনিয়া ক্রোমিয়াম সহিত দুই ভাবে ক্রিয়া করে। অ্যামোনিয়া অধিক পরিমাণে থাকিলে হাইড্রোক্রোমিক অ্যাসিড উৎপন্ন হয় এবং উক্ত উৎপাদিত হাইড্রোক্রোমিক অ্যাসিড সতিবিক্ত অ্যামোনিয়ার সাহায্যে অ্যামোনিয়াম ক্রোমাইড গঠন করে।



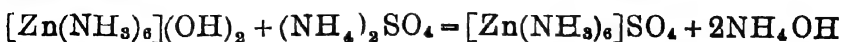
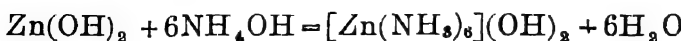
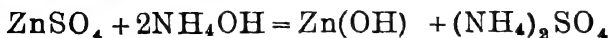
অধিক ক্রোমিয়াম সহিত অ্যামোনিয়ার ক্রিয়ার ফলে নাইট্রোজেন হাই ক্রোমাইড ( $\text{NCl}$ ) উৎপন্ন হয়। ইহা তরল এবং তৈলাক্ত পদার্থ এবং বিষাক্ত।



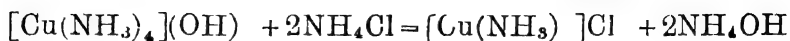
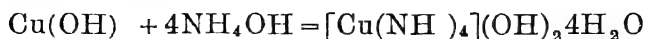
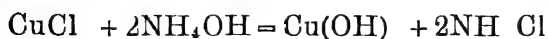
(১০) অ্যামোনিয়ার ক্ষণীয় দ্রবণ অর্থাৎ অ্যামোনিয়াম হাইড্রক্সাইড বিভিন্ন ধাতব লবণের সাহায্যে রাসায়নিক ক্রিয়ার যোগদান করে। তাই ফলে কতকগুলি ধাতব হাইড্রক্সাইড অধিক্ত হয় যথা ফেরিক ক্রোমাইডের সহিত ফেরিক হাইড্রক্সাইড উৎপন্ন হয় অধিক্ত হয়।



কিন্তু কতকগুলি ধাতব হাইড্রক্সাইড অধিক্ত হয় আবার অধিক পরিমাণ অ্যামোনিয়াম হাইড্রক্সাইডে দ্রবীভূত হয়। যথা জিঙ্ক সলফেট হইতে প্রথমে জিঙ্ক হাইড্রক্সাইড অধিক্ত হয় অধিক পরিমাণ অ্যামোনিয়াম হাইড্রক্সাইড যোগ করিলে তাহা দ্রবীভূত হয়।

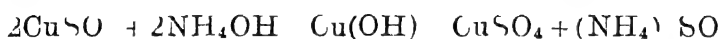


সেইরূপ কপার ক্লোরাইড অধিক পরিমাণ অ্যামোনিয়াম হাইড্রক্সাইডের সহিত ক্রিয়া করিয়া গাঢ় নীলবর্ণের কিউপ্রোঅ্যামোনিয়াম ক্লোরাইডের দ্রবণ উৎপন্ন করে।

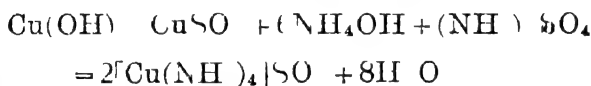


কিউপ্রোঅ্যামোনিয়াম ক্লোরাইড

**জটিল** কপার সলফেটের সাথে অ্যামোনিয়াম দ্রবণের বিক্রিয়ায় প্রথমে ক্ষারীয় কপার সলফেট উৎপন্ন হয়



পরে এই ক্ষারীয় কপার সলফেট অধিক অ্যামোনিয়াম হাইড্রক্সাইডের দ্রবীভূত হইয়া কিউপ্রোঅ্যামোনিয়াম সলফেট দ্রবণ উৎপন্ন করে।



**অ্যামোনিয়াম অভীক্ষণ** (ক) সাদা কঁাখা বা সাদা অ্যামোনিয়াম উপস্থিতি বুঝা যায়। (১) ই লাল লিটমাসের দ্রবকে নীল বর্ণে পরিবর্তিত করে। (গ) হাইড্রোক্সিক অ্যাসিডের গাঢ় দ্রব। ক্যাচনগু ডুবাইয়া গ্যাসের ভিতর ধরিলে অ্যামোনিয়াম ক্লোরাইডের সাদা ধোয়া উৎপন্ন হয়। (২) জলে অদ্রব্য লাল মারকিউরিক অ্যাসিড (HgI<sub>2</sub>) পটাশিয়াম অ্যাসোডাইডের দ্রবণে সম্পূর্ণরূপে দ্রব্য এবং উক্ত দ্রবণে পটাশিয়াম মারকিউরিক অ্যাসোডাইড (K<sub>2</sub>HgI<sub>4</sub>) থাকে। উক্ত দ্রবণে অতিবিশুদ্ধ ক্যালি পটাশের (KOH) দ্রব যোগ করিলে মিশ্রিত দ্রবণকে নেসলারের (Nessler's) দ্রবণ বলে। উক্ত দ্রবণ সাদা কিন্তু সামান্য অ্যামোনিয়াম দ্রবণ যোগ করিলে বাদামী অথবা ফেপ পাওয়া যায়। অতি সামান্য পরিমাণ (10 ভাগ ১ ভাগ) অ্যামোনিয়াম থাকিলেও দ্রবণের বাদামী হয়। অতএব অতি সামান্য পরিমাণ অ্যামোনিয়াম উপস্থিতিও নেসলারের দ্রবণ দ্বারা বুঝা যায়। (৩) মারকিউরাস নাইট্রেটের [Hg<sub>2</sub>(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>] দ্রবণে ফিল্টার কাগজ ডুবাইয়া অ্যামোনিয়াম গ্যাসে বিনে তাপ কালো হইয়া যায়

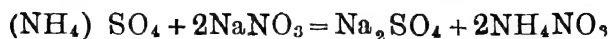
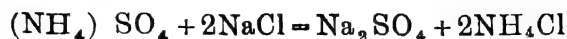
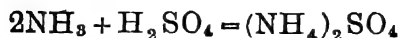
**অ্যামোনিয়াম ব্যবহার** (১) অ্যামোনিয়াম দ্রব। ক্ষারক বসায়নাগাবে রাসায়নিক পৰীক্ষায় বিকারকরূপে ব্যবহৃত হয়। (২) ইহা ঔষধরূপেও ব্যবহৃত হয়। (৩) সল্ফেট প্রাচীর দ্বারা সোডিয়াম কার্বনেটের

( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ) পণ্য উৎপাদনে অ্যামোনিয়াম লবণ প্রস্তুতে এবং নাইট্রিক অ্যাসিডের পণ্য উৎপাদনে অ্যামোনিয়া ব্যবহৃত হয়। (৪) তবল অ্যামোনিয়া রুবক প্রস্তুতে জল ঠাণ্ডা করার জন্য ব্যবহৃত হয় এবং প্রেক্ষাগৃহের ও বলগাড়ীর ভিতরের বায়ু ঠাণ্ডা করার জন্য ব্যবহৃত হয় ( Air conditioning )। কতকগুলি অ্যামোনিয়াম লবণ যথা অ্যামোনিয়াম সলফেট [ $\text{NH}_4\text{SO}_4$ ] অ্যামোনিয়াম নাইট্রেট ( $\text{NH}_4\text{NO}_3$ ) অ্যামোনিয়াম ফসফেট [ $(\text{NH}_4)\text{PO}_4$ ] প্রভৃতি জমিতে সাব হিসাবে ব্যবহৃত হয়।

**হিমাযক ( Refrigerator )** গী-১-১-১ উৎপাদনের জন্য কতকগুলি তবলীকৃত গ্যাস ব্যবহৃত বাষ্পীভবনের আশ্রয় লওয়া হয় এবং এই প্রক্রিয়া সুষ্ঠুভাবে সম্পন্ন করার জন্য কতকগুলি যন্ত্র নির্মিত হয়েছে। তবল অ্যামোনিয়া তরল কার্বন ডাই অক্সাইড তবল সলফার ডাই অক্সাইড প্রভৃতি ব্যবহৃত বাষ্পীভবন ও পুনরায় তবলীভবন সম্পন্ন করার জন্য ব্যবহৃত হয়। হিমাযকে বৈদ্যুতিক পাশের সাহায্যে বাষ্পীভূত তবলে তাপ প্রয়োগ করিয়া পুনরায় তবল অবস্থায় আন আনা হয় এবং সেই তবলকে পুনরায় জর বাষ্পীভূত হইতে দেওয়া হয়।

সমনীল দ্রব্য যথা মাংস প্রভৃতি হিমাযকে রাখিলে ভালভাবে কিছুদিন সংরক্ষণ করা যায়। এইরূপ দ্রব্যাদির সংরক্ষণকে ঠাণ্ডাভাবে সংরক্ষণ ( cold storage ) বলে। এই একই উপায় গ্রাহ্যপ্রদান দশ বস্তুকে গীতন রাখার ( air conditioning ) ব্যবস্থা করা হয় এবং ধবের ভিতর ছাদের নিকট অবস্থিত নলের ভিতর দিয়া তবল অ্যামোনিয়া বা তবল সলফার ডাই অক্সাইড চালানো করিয়া তাহাদের বাষ্পীভবন দ্বারা শৈত্য উৎপাদন করা হয়।

**অ্যামোনিয়াম লবণ ( Ammonium Salt )** পূর্বেই বলা হইয়াছে যে অ্যামোনিয়া ক্ষারকজাতীয় পদার্থ হওয়া হইয়া বিভিন্ন অ্যাসিডের সহিত যুক্ত হইয়া লবণ উৎপাদন করে। এই লবণগুলিকে অ্যামোনিয়াম লবণ বলে। অ্যামোনিয়া অতি ক্ষীণ ( weak ) ক্ষারক হইলেও ইহার লবণগুলি স্থূল ( stable ) যৌগ এবং সোডিয়াম ও পটাশিয়ামের লবণের সহিত সমাকৃতি ( isomorphous )। অ্যামোনিয়া দ্বারা বিভিন্ন অ্যাসিড প্রশমিত ( neutralising ) করিয়া কি বা অ্যামোনিয়াম সলফেট হইতে অন্যান্য অ্যামোনিয়াম লবণ প্রস্তুত করা হয়।



এই সমস্ত লবণে  $\text{NH}_4$  যৌগমূলকটি (radical) থাকে এবং ইহাকে অ্যামোনিয়াম মূলক বলে। অ্যামোনিয়াম লবণগুলি জলে অত্যন্ত দ্রবণীয় এবং জল দ্রবণ বিহীন পবিবাহী। ইহা ঈষৎ উষ্ণ ও উত্তাপ দিলে অতি সহজে উৎক্লিপ্ত (sublimes) হয়। কোন কোন অ্যামোনিয়াম লবণে তাপ দিলে বিয়োজিত হইয়া অ্যামোনিয়া ও অ্যাসিড উৎপাদন করে। যেমন অ্যামোনিয়াম ক্লোরাইডে তাপ প্রয়োগ করিলে অ্যামোনিয়া ও হাইড্রোজেন ক্লোরাইড উৎপন্ন হয়।



তাপ সর্বাংশ লক্ষ্য অর্থাৎ তীতল করিলে অ্যামোনিয়া ও হাইড্রোজেন ক্লোরাইড মুক্ত হয়। অ্যামোনিয়াম ক্লোরাইড পুনরুৎপাদন করে। সেই হেতু = এবং পরিবর্তনশীল বস্তু ব্যবহার করা যাচ্ছে। ইহাকে তাপ বিয়োজন (Thermal dissociation) বলা হয়।

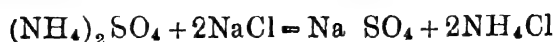
অ্যামোনিয়াম সলফেট  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$  (i) কালার অন্তরায় দ্বারা উৎপন্ন বা কালার প্রাপ্তিতে প্রাপ্ত অ্যামোনিয়ামকে সাজাশুষ্টি বা সলফিউরিক অ্যাসিডে চলাকরা কমণ অ্যামোনিয়াম সলফেট কেলসিত হয়। (ii) বিচূর্ণ ক্যালসিয়াম সলফেট হইতে স - শিষ্টা উক্ত মিশ্রণের ভিতর দিয়া কার্ব। শ - শিষ্টা - ও অ্যামোনিয়া গ্যাস প্রবাহিত করিলে অ্যামোনিয়াম সলফেট দ্রব ও ক্যালসিয়াম কার্বোনেট অ - শিষ্টা হয়।

$2\text{NH}_3 + \text{CO} + \text{H}_2\text{O} + \text{CaSO}_4 = (\text{NH}_4)_2\text{CO}_3 + \text{CaCO}_3$  অ্যামোনিয়াম সলফেট সাবলিমার বহন পরমাণু ব্যবহৃত হয়।

অ্যামোনিয়াম ক্লোরাইড  $\text{NH}_4\text{Cl}$  অ্যামোনিয়া ও হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিডের রাসায়নিক বিক্রিয়া দ্বারা পুনরুৎপাদিত হইতে পারে।



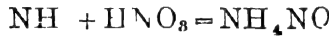
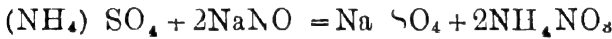
অ্যামোনিয়াম সলফেট ও সোডিয়াম ক্লোরাইডের ঘন দ্রব একত্র করিয়া ফুটাইয়া বিপরিবর্তনক্রিয়া ঘটাইয়া দ্বারা উৎপাদিত করা যায়।



জলে সোডিয়াম সলফেটের দ্রাব্যতা কম। সেইজন্য ঠাণ্ডা করিলে  $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$  সহজেই কেলাসিত হয় এবং তাহাকে পৃথক করা যায়। পরে অবশিষ্ট দ্রবণকে কেলাসিত করিলে অ্যামোনিয়াম ক্রোবাইডের স্ফটিক পাওয়া যায়।

বাসায়নিক পরীক্ষাগারে বিশ্লেষণমূলক পরীক্ষায় বিকারক হিসাবে অ্যামোনিয়াম ক্রোবাইড ব্যবহৃত হয়। কোন কোন তড়িৎ উৎপাদক কোষে এবং ব্যাটারীতে ইহা ব্যবহার হইয়া থাকে। বজ্রনশিষ্ট ও প্রচুর অ্যামোনিয়াম ক্রোবাইড প্রয়োজন হইলে ক্রোবাইডের দস্তা লিপিত (Zinc plating) অ্যামোনিয়াম ক্রোবাইড লাগে।

**অ্যামোনিয়াম নাইট্রেট**  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  অ্যামোনিয়াম সলফেট এবং সোডিয়াম নাইট্রেটের দ্রবণ একত্র মিলাইয়া কুণ্ডাইলে অথবা অ্যামোনিয়া ও নাইট্রিক অ্যাসিডের পাতলা দ্রবণ মিলাইলে অ্যামোনিয়াম নাইট্রেট পাওয়া যায়। প্রথম উপায় অবলম্বন করিলে দ্রব টিকে প্রথমে ঠাণ্ডা করিতে হয়। তাহাতে  $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$  কেলাসিত হয় এবং সেই কঠিন কেলাস হইতে দ্রবণকে পৃথক করিয়া পুনরায় কেলাসিত করিলে অ্যামোনিয়াম নাইট্রেটের কেলাস পাওয়া যায়।



অ্যামোনিয়াম নাইট্রেট অ্যামোনিয়াম (ammonia) অ্যামোনিয়াম (ammonia) প্রভৃতি বিস্ফোরক প্রস্তুত করিতে এবং জমিতে সার হিসাবে ব্যবহৃত হয়। আমাদেব দেশে সলফেটের কোন সন্ধান এ পর্যন্ত পাওয়া যায় নাই। সেইজন্য অ্যামোনিয়াম সলফেটের বদলে অ্যামোনিয়াম নাইট্রেটই সার হিসাবে ব্যবহার করা আমাদেব দেশে স্বাভাবিক। সম্ভ্রুতি বারুত্বে গিপসম ( $\text{Gypsum CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ) আকারে হিসাবে আবিষ্কৃত হওয়ার ফলে সিদ্ধিতে অ্যামোনিয়াম সলফেট প্রস্তুত করা সম্ভব হইয়াছে।

**অ্যামোনিয়াম কার্বনেট**,  $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$  অ্যামোনিয়ামের সহিত কার্বনিক অ্যাসিডের কার্বনেট যৌগমূলক সমযোগে উৎপন্ন লবণ। ইহা স্রাব লইবার লবণে (Smelling salt) ঔষধে রুটি সেকিবার গুড়ায় (baking powder) ও বজ্রনশিল্পে ব্যবহৃত হয়। রাসায়নিক পরীক্ষাগারে বিশ্লেষণমূলক পরীক্ষায় বিকারক হিসাবে ইহার ব্যবহার হইয়া থাকে।

জমিতে সার হিসাবে অ্যামোনিয়াম লবণ যোগ করিলে জমিতে যে ক্ষার আছে

তাহাৰ সহিত বিক্ৰিয়াৰ ফলে অ্যামোনিয়া উৎপন্ন হয়। তাহাৰ পৰা নাইট্ৰোসিফাই ব্যাক্টেৰিয়া (Nitrosifying bacteria) উক্ত অ্যামোনিয়াকে নাইট্ৰাস অ্যাসিডে এৰ নাইট্ৰিফাই ব্যাক্টেৰিয়া (Nitrifying bacteria) পৰে নাইট্ৰিক অ্যাসিডে পৰিৱৰ্তিত কৰে। উক্ত অ্যাসিডৰে জমিস্থিত ক্ষাৰেৰ সন্নিবিষ্ট বিক্ৰিয়া দ্বাৰা নাইট্ৰাইট ও নাইট্ৰেট উৎপন্ন কৰে। এই নাইট্ৰাইট ও নাইট্ৰেট গাছ ও শস্যেৰা আহাৰৰূপে ফিকড দ্বাৰা গ্ৰহণ কৰা হয়। এই বিষয় পুনৰাব নাইট্ৰোজেন-চক্ৰে (Nitrogen Cycle) আলোচিত হৈছে।

### Questions

1. How is ammonia prepared in the laboratory? Describe the procedure followed in order to get ammonia in a dry state.

Describe experiments to illustrate the following properties of ammonia —

(i) Solubility in water (ii) combustibility (iii) lightness and (iv) alkalinity.

State the conditions in which it can be oxidised to nitric oxide or nitrate.

(C/ II Her Secondary West Bengal 1967)

১। পৰীক্ষাগাৰত কিভাবে অ্যামোনিয়া প্ৰস্তুত কৰা হয়? অ্যামোনিয়াকে শুষ্ক অবস্থায় পাইতে হ'লে নিৰ্দিষ্ট উপায় অবলম্বন কৰা হয়। এই বিষয়টো ক'ব।

পৰীক্ষাৰ ফলস্বৰূপে অ্যামোনিয়াৰ নিৰ্দিষ্ট বিক্ৰিয়াৰ ধৰ্মসমূহৰ প্ৰাণক সন্নিবিষ্ট হোৱাৰ জাৰা লিখ —

(ক) দ্ৰৱতা (খ) দহনশীলতা (গ) লঘুত্ব (ঘ) ক্ষাৰকত্ব।

যে অবস্থায় ইহা নাইট্ৰিক অক্সাইড বা নাইট্ৰিক অ্যাসিডে জাৰিত হয় তাহা উল্লেখ কৰ।

2. Ammonia cannot be dried with concentrated sulphuric acid nor with phosphorus pentoxide nor with fused calcium chloride. State the reason with equations.

What reactions do take place between ammonia and water or hydrochloric acid or chlorine? Express the reactions by equations.

২। অ্যামোনিয়া শুষ্ক কৰিবলৈ জলীয় ঘন সৰ্বফলকীয় অ্যাসিড বা ফুসফোৰাস পেট অক্সাইড বা গলিত ক্যালসিয়াম ক্লোৰাইডৰ ব্যৱহাৰ কৰা যায় না। সমীকৰণ সহকাৰে ইহাৰ কাৰণ উল্লেখ কৰ। অক্সাইডাইজিং অক্সাইড এৰে ক্লোৰিনেৰ সন্নিবিষ্ট অ্যামোনিয়াৰ কি কি বিক্ৰিয়া ঘটে? সমীকৰণ দ্বাৰা বিক্ৰিয়াগুলি প্ৰকাশ কৰ।

3. Describe Haber's process for the manufacture of ammonia.

৩। অ্যামোনিয়াৰ পণ্য উৎপাদনেৰে হেৰাৰ পদ্ধতি বৰ্ণনা কৰ।

4 What procedure is to be followed for getting ammonia from a mixture of ammonia and oxygen ?

Describe with equations what happens when ammonia gas is passed over heated cupric oxide and heated metallic sodium

৪। অ্যামোনিয়া ও অক্সিজেনের মিশ্রণ হইলে বিস্তৃত অ্যামোনিয়া গ্যাস হইলে কি উপায় অবলম্বন করা হয় ?

উত্তরঃ কিউপ্রিক অক্সাইড এবং উত্তপ্ত সোডিয়ামের উপর দিয়া অ্যামোনিয়া পরিচালিত করিলে কি প্রকার বিক্রিয়া হয় তাহা সম কবণ সহকারে বর্ণনা কর।

5 How can nitrogen be converted into ammonia and ammonia into nitro en State the changes which occur by adding ammonia to the following substances

Copper sulphate solution mercurous nitrate solution a suspension of silver chlorid in water and a solution of mercuric iodide in potassium iodide solution Express the reactions by equations

৫ অ্যামোনিয়া হইতে নাইট্রোজেন এবং নাইট্রোজেন হইতে অ্যামোনিয়া পাঠিতে হইলে কি পদ্য অবলম্বন করা হয় ? কপার সাল্ফেটের দ্রবণ মারকিউরাস নাইট্রেটের দ্রবণ সিলভার ক্লোরাইডে সহজ পটাসিয়াম আয়োডাইডের দ্রবণে মারকিউরিক আয়োডাইডের দ্রবণ—এইগুলিতে অ্যামোনিয়াব দ্রবণ যোগ করিলে কি কি পরিবর্তন দেখা যায় তাহা লিখ। সমীকরণ দ্বারা বিক্রিয়াগুলি প্রকাশ কর।

6 How are ammonium salts prepared ? What are the uses of ammonium salts ? Name three important ammonium salts with their formulae and state their methods of preparation with equations

৬। অ্যামোনিয়াব লবণ কিভাবে প্রস্তুত করা হয় ? অ্যামোনিয়াব লবণের কীকোন কীকোন প্রয়োজনে ব্যবহৃত হয় তিনটি বিশেষ প্রয়োজনীয় অ্যামোনিয়া লবণের সংকেত এবং উৎপত্তির বিষয় সমীকরণ সহকারে লিখ।

7 How is ammonia prepared in the laboratory ? How is the gas dried and collected ? Sketch the apparatus used State its principal properties and uses

(Higher Secondary West Bengal 1960)

৭। পরীক্ষাগারে অ্যামোনিয়া গ্যাস কিভাবে প্রস্তুত করা হয় ? গ্যাসটিকে কিভাবে শুদ্ধ করিয়া সংগ্রহ করা হয় পরীক্ষা ব্যাপারে ব্যবহৃত যন্ত্রটির ছবি আঁক। ইহার প্রধান প্রধান ধর্মগুলি ও ব্যবহার উল্লেখ কর।

8 What are the conditions in which ammonia may be manufactured from its elements ? (Reactions for these conditions are not required)



Describe experiments to illustrate that ammonia (a) is highly soluble in water and the solution is alkaline to litmus (b) may be burnt in excess of oxygen (Higher Secondary West Bengal 1963)

৮। অ্যামোনিয়াৰ বৰ্তমান মৌলগুলি হইতে কোন অবস্থায় অ্যামোনিয়াৰ পণ্য উৎপাদন সম্ভব হয় (অবস্থাগুলিব কাৰণ দিহিতে হইবে না।)

অ্যামোনি। (ক) সৰু অত্যধিক দ্রব্য এবং জ্বলন্ত দ্রবণ ক্ষাৰীয় (খ) অক্সিজেনেব আধিক্য পোড়ান যা এই দুইটি বিষয় পৰীক্ষাত্মকভাবে খাও

### মৌলিক অধ্যায়

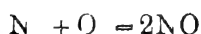
#### নাইট্রিক অ্যাসিড (Nitric Acid)

আণবিক সংকেত— $\text{HNO}_3$  আণবিক ভজন—৬৩

ঘনাক্ত (14 স্টি গ্ৰাম) 1.02 কুটাক্ত 7.2 স্টিগ্ৰাম।

**নাইট্রেট** ঐটি অ্যাসিডেব বৰণ সোড়িয়াম এবং চোখাম নাইট্রেট খনিজ সিস্টেম এবং ব প্রাদাৎ জি—শাওয়া। সোড়িয়াম (NaNO<sub>3</sub>) দক্ষিণেব বৰণ চিনি ও ব প্রাদাৎ বৃষ্টি ন বাসু নি সিস্টেমে ব পি ব বা ব। ব সোবাওয়ালাব বাবতবেব নানাস্থান খুঁ য় চোবা (nitric KNO<sub>3</sub>) কুলাটি স ব কৰিত। আন্তাৰ্জালব কিত বাণক ন বানিব বাগালব কিত জাতি মাৰা উৎপন্ন য।

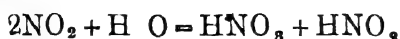
আকাশে বিদ্যুৎগো বাব লেবে ওপৰেব বায়ুমণ্ডলেব বা ব শেন ও অক্সিজেনেব স যোগে নাইট্রিক অক্সাইড উৎপন্ন য।



উক্ত নাইট্রিক অক্সাইড বায়ুমণ্ডলেব এণি কিত অক্সিজেনেব সন্তিত ক্রিয়া কৰিয়া নাইট্রোজেন পাৰ অক্সাইড উৎপন্ন কৰে।



উক্ত নাইট্রোজেন পাৰ অক্সাইড বৃষ্টিব জলেব সন্তিত ক্রিয়া কৰিয়া নাইট্রিক অ্যাসিডে পৰিবৰ্তিত য।



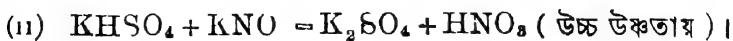
ঐ নাইট্রিক অ্যাসিড মাটিতে অবস্থিত ক্ষাবকেব সহিত বিক্রিয়া দ্বারা নাইট্রেট উৎপন্ন কবে এবং উক্ত নাইট্রেট জমিতে জমা হয়।

আবাব জীবজন্তু ও মাছাষ মলমূত্রাদি পচনের ফলে অ্যামোনিয়া উদ্ভূত হয়। উক্ত অ্যামোনিয়া জমিতে অবস্থিত নাইট্রোসিকাই ব্যাকটেরিয়া (Nitrosifying bacteria) দ্বারা প্রথমে নাইট্রাস অ্যাসিডে এবং পরে নাইট্রিকাই ব্যাকটেরিয়া (Nitrifying bacteria) দ্বারা নাইট্রিক অ্যাসিডে পরিবর্তিত হয়। উক্ত নাইট্রিক অ্যাসিড কৃষিক্ষাবকেব সম্বন্ধিত ক্রিয়া বর্ধিত নাইট্রেটে (সোডিয়াম ও প্যাসিয়ামেব) পরিবর্তিত হয়।

**নাইট্রিক অ্যাসিড** নাইট্রিক অ্যাসিডের ব্যবহার বহুদিন হইতেই জাণা আছে। অ্যালকেমিস্টগ (Alchemists) ইহাকে অ্যাকোয়া ফোর্টিস (Aqua Fortis) বলিতেন। ইহার ব্যুৎপন্ন হইব ঐতিহাসিক জ্ঞান এবং ইহা একটি শক্তিশালী দ্রাবক হিসাবে ব্যবহৃত। লাতিনসিয়ার অষ্টাদশ শতাব্দীর শেষভাগে ইহাতে অম্ল হিসাবে অবস্থিত প্রমাণ করেন এবং গেলুসাক ১৮১৬ খ্রীষ্টাব্দে ইহার সংযুক্তি নির্ণয় করেন।

**অবস্থান** বায়ুমণ্ডলে মুক্তভাবে (free) নাইট্রিক অ্যাসিড অল্প পরিমাণে পাওয়া যায়। ইহার কারণ পূর্বেই উল্লিখিত ইয়াছে। মুক্তভাবে ইহা চিলে সল্ট পিট (Chile salt petre) বা সোডিয়াম নাইট্রেট রূপে পাওয়া যায়। সম্মিলিত ইন্দোব উৎপাদিত বিষয় পূর্বেই বলা ইয়াছে।

**প্রস্তুতি** সাধারণত নাইট্রিক অ্যাসিডের লবণ যেমন সোডিয়াম বা চিলে সল্ট পিট হইতে সলফিউরিক অ্যাসিডের ক্রিয়া দ্বারা নাইট্রিক অ্যাসিড পাওয়া যায়। ইহার কারণ নাইট্রিক অ্যাসিড খুব উদ্বায়ী। কম পরিমাণে উদ্ভাৱ সলফিউরিক অ্যাসিডের ক্রিয়া নাইট্রেটকে গাঢ়িত করিলে নাইট্রিক অ্যাসিড বাষ্পাকারে বাহির হয়। আসে এবং গাঢ়তর নাইট্রিক অ্যাসিডে রূপান্তরিত হয় এবং গ্রাহকে জমে। এই বিক্রিয়াটি দুইটি বাপে সম্পন্ন হয় যথা—

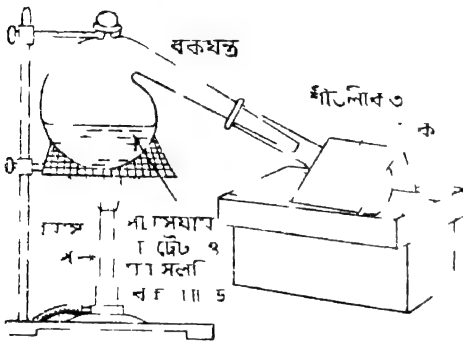


নিম্নলিখিত তিনটি কারণে অল্প উষ্ণতায় ক্রিয়া দ্বারা নাইট্রিক অ্যাসিড প্রস্তুত

করা হয় —(১) উষ্ণতা বৃদ্ধি করিলে উচ্চ উষ্ণতায় নাইট্রিক অ্যাসিড বিশিষ্ট হয় এবং বাষ্পে নাইট্রিক অ্যাসিডের পরিমাণ কমিয়া যায়। উৎপন্ন নাইট্রিক অ্যাসিডে নাইট্রোজেন পান অক্সাইড মিশ্রিত হইয়া যায় এবং উচ্চাব ব লাল হয়। বিশুদ্ধ নাইট্রিক অ্যাসিড বর্ণহীন তরল।



(২) উচ্চ উষ্ণতায় যে পটাশিয়াম বা সোডিয়াম সলফেট উৎপন্ন হয় তা সহজে কঠিন অবস্থা প্রাপ্ত হয় এবং তাই ইহাদের সমস্ত পাত্র হইতে অপসারিত



করা যায় না। অপরপক্ষে কম উষ্ণতায় পটাশিয়াম বা সোডিয়াম নাইট্রেটের সলফেট উৎপন্ন হয় এবং উচ্চ উষ্ণতায় ইহারা গলিত তরল হিসাবে থাকে। সেই অবস্থায় চালিয়া ফলিলেই ইহাদের অপসারিত ক্রিয়া স্বর্ভূত হইয়া নিষ্ফল হয়।

চিত্র নং ১০—নাইট্রিক অ্যাসিড প্রস্তুতি (৩) উচ্চ উষ্ণতায় উদ্ভূত নাইট্রিক অ্যাসিড পাত্রের উপাদানের সহিত ক্রিয়া করিয়া তাহার ক্ষতি করে। আবার কাচ পাত্র উচ্চ উষ্ণতায় সহজে ভাঙ্গিয়া যাইতে পারে।

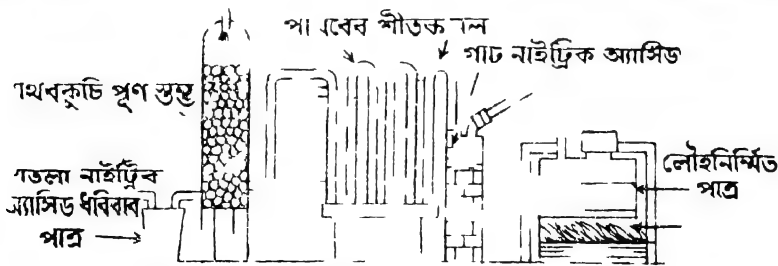
পরীক্ষাগারে নাইট্রিক অ্যাসিড প্রস্তুতের প্রণালী সমপরিমাণ জলের পটাশিয়াম নাইট্রেট ও গাঢ় সলফিউরিক অ্যাসিড একটি কাচের বকযন্ত্রে লওয়া হয়। বকযন্ত্রটির উপর দিকে একটি কাচের ছিপি লাগান থাকে। উক্ত কাচের ছিপি খুলিয়া কঠিন পটাশিয়াম নাইট্রেট চালিয়া দিয়া ফানেলের সাহায্যে গাঢ় সলফিউরিক অ্যাসিড যোগ করা হয়। বকযন্ত্রটিকে বন্ধ করিয়া একটি লেব্দশেপের সহিত আটকান হয়। বকযন্ত্রটির সরু মুখ একটি কাচের ফ্লাস্কের মধ্যে ঢোকান হয়। উক্ত ফ্লাস্কটি গ্রাহকের কাষে রাখে। ফ্লাস্কটিকে একটি গ্যাসড্রোণীস্থিত ঠাণ্ডা জলে ভাসাইয়া রাখা হয় এবং তাহার উপরে ভিজা ব্লিট কাগজ সর্বদা জলদ্বারা ভিজাইয়া রাখা হয়। ইহাতে ফ্লাস্কটি ঠাণ্ডা হয়। বকযন্ত্রটিকে ছিপি বন্ধ করিয়া একটি তাবজালির উপর রাখিয়া বুনসেন দীপদ্বারা উত্তপ্ত

করা হয়। প্রায় 200 সেন্টিগ্রেডে উত্তপ্ত করিলে (1) ন বিক্রিয়া অহুসারে নাইট্রিক অ্যাসিডের বাষ্প উৎপন্ন হয়। উক্ত নাইট্রিক অ্যাসিডের বাষ্প শীতলীকৃত ফ্লাস্কে আসিয়া দ্রব হবিদ্রাভ তরলরূপে সংগৃহীত হয়।

ইহার পূর্বে যদি উষ্ণতা 800 সেন্টিগ্রেড পর্যন্ত বৃদ্ধি করা যায় তবে (11) ন বিক্রিয়া অহুসারে আবও নাইট্রিক অ্যাসিড পাওয়া যায়। কিন্তু উক্ত ঊষ্ণতায় উৎপন্ন নাইট্রিক অ্যাসিডের কতকটা শিথিল হয় এবং নাইট্রিক অ্যাসিডের পরিমাণ কমিয়া যায় ও অ্যাসিডটি অশুদ্ধ অবস্থায় আসে। কারণ এইভাবে প্রস্তুত নাইট্রিক অ্যাসিডে জল এবং নাইট্রোজেন পান অক্সাইড মিশ্রিত থাকে এবং ইহার রং বাদামী হয়।

**বিশুদ্ধীকরণ** — এইভাবে উৎপন্ন নাইট্রিক অ্যাসিডের সহিত গাঢ় সলফিউরিক অ্যাসিড মিশাইয়া অপেক্ষাকৃত কম চাপে পাতিত করিলে 98% নাইট্রিক অ্যাসিড পাওয়া যায়। এই 98% নাইট্রিক অ্যাসিডকে 69—70 সেন্টিগ্রেডে উত্তপ্ত করিয়া বুদবুদের আকারে বাষ্প বা কার্বন ডাই অক্সাইড গ্যাস চালনা করিলে নাইট্রোজেন পান অক্সাইড ( $N_2O$ ) অপসারিত হয় এবং ইহা বর্ণহীন হয়। সম্পূর্ণ বিশুদ্ধ 100% নাইট্রিক অ্যাসিড পাইতে হইলে উক্ত বর্ণহীন নাইট্রিক অ্যাসিডকে -42 সেন্টিগ্রেড উষ্ণতায় শীতল করিলে বর্ণহীন নাইট্রিক অ্যাসিডের ক্রিস্টাল উৎপন্ন হয় এবং সেইগুলি পৃথক করিয়া সংগ্রহ করিতে হয়।

**নাইট্রিক অ্যাসিডের পণ্য উৎপাদন** (1) পরীক্ষাগার প্রণালীর দ্বারা নাইট্রিক অ্যাসিডের পণ্য উৎপাদন হইয়া থাকে। কিন্তু তখন দামী পটাশিয়াম নাইট্রেট ব্যবহার না করিয়া সস্তা সোডিয়াম নাইট্রেট (চিলিতে যাহা খনিজ হিসাবে



চিত্র ন 11—নাইট্রিক অ্যাসিডের পণ্য উৎপাদন

পাওয়া যায়) ব্যবহার করা হয়। সোডিয়াম নাইট্রেট এবং তড়পযুক্ত গাঢ় সলফিউরিক অ্যাসিড একটি ঢালাই লোহার বড় পাত্রে লওয়া হয়। উক্ত লোহার

পাত্রটি একটি ইটের গাঁথনির ভিতর অবস্থিত অগ্নিসহ মুক্তিকা মণ্ডিত (lined with fireclay) চুল্লীতে বসান হয়। চুল্লীতে কয়লা জ্বালাইয়া লোহাব পাত্রটিকে 200—250 সেন্টিগ্রেড পর্যন্ত উত্তপ্ত করা হয়। লোহাব পাত্রটি এমনভাবে বসান থাকে যে চুল্লী ইতে যে উত্তপ্ত গ্যাস বাহির হয় তাহা লোহ পাত্রের চারিদিকে প্রবাহিত হইয়া উহাকে সমভাবে উত্তপ্ত করে। ইহা ব ফলে লোহপাত্রের ভিতর নাইট্রিক অ্যাসিডের বাষ্প তখন অবস্থায় আসিত পাবে না। নাইট্রিক অ্যাসিডের বাষ্প উপরেব একটি নিগমন নল দিয়া বাহির হইয়া প্রথমে একটি পাথরের তৈয়ারী বোতাল যায় ও সেখানে গাঢ় নাইট্রিক অ্যাসিডরূপে সঞ্চিত হয়। পরে কতকগুলি পাথর বা সিলিকা (Silica) মিশ্রিত পীতল নল উহা প্রেরণ করে। সেখানেও গাঢ় নাইট্রিক অ্যাসিড উৎপন্ন হয়। এই পীতল নলগুলির দ্বারা অবস্থিত একটি পাথরের গ্রাউন্ড অ্যাসিডটি তখন অবস্থায় সঞ্চিত হয়। অবশিষ্ট নাইট্রিক অ্যাসিড বাষ্প যা পাতলাবিত হয়। তাহা একটি পাথরব হুড়পূর্ণ স্তম্ভের দ্বারা প্রবেশ করিয়া উপরেব নীচে উল্লিখিত থাকে এবং ঐ স্তম্ভের উপর ত ঠাণ্ডা জলপ্রোত নীচেব দিকে প্রবাহিত করা হয়। অবশিষ্ট নাইট্রিক অ্যাসিডের বাষ্প জলে দ্রবীভূত হইয়া পাতলা নাইট্রিক অ্যাসিড উৎপন্ন করে এবং স্তম্ভের নীচে জমে। উত্তাপে নাইট্রিক অ্যাসিডের বিচ্ছেদ। যিগোজিন ইয়া য নাইট্রোজেন পাব অক্সাইড উৎপন্ন হয় তাহাও নল দ্বারা ভূত হইয়া নাইট্রিক অ্যাসিড উৎপন্ন করে তাহাও স্তম্ভের নীচে জমে। যে বায়বীয় বিক্রিয়াটি যে তাহা এরূপ —



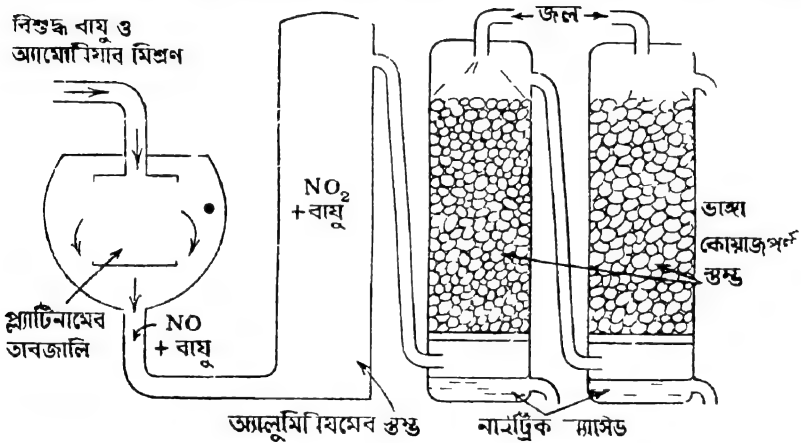
সোডিয়াম সলফেট ও সোডিয়াম নাইট্রেটের মিশ্রণটি তখন অবস্থায় লোহ পাত্রের নীচে জমা হয়। তাহা পাত্রের চারিদিকে সযুক্ত একটি নল দিয়া উক্ত মিশ্রণটি অপসারিত করা হয় এবং তৃতীয় ক্রিয়ায় সোডিয়াম নাইট্রেট ও গাঢ় সলফিউরিক অ্যাসিড নাইট্রেটের লব্ধি হয়।

ভেলেন্টিনার পদ্ধতিতে (Valentiner Process) যন্ত্রটিকে বায়ুশুদ্ধ করা হয় এবং পাম্পের সাহায্যে যন্ত্রটির ভিতরের বাহ্যিক ক্রিয়া দেওয়া হয়। অল্পচাপে পাতিত করার জন্য নিম্ন উষ্ণতায় (100—150 সেন্টিগ্রেড) পাতনকার্য সম্পন্ন হয় এবং নাইট্রিক অ্যাসিডের বিয়োজন অনেক পরিমাণে কমিয়া যায়। বিক্রিয়াটিও অতি দ্রুত সম্পন্ন হয়।

বেঙ্গল কেমিক্যাল ও ফার্মাসিউটিক্যাল কোম্পানি মাটির কলসীতে পটাসিয়াম

নাইট্রেট ও গাঢ় সালফিউবিক অ্যাসিড স্বাধিক উষ্ণতায় উত্তপ্ত করিয়া উভূত নাইট্রিক অ্যাসিডের বাষ্পকে পর পর ঠাণ্ডা কলসার ভিতর দিয়া অতিক্রম করাইয়া তরল নাইট্রিক অ্যাসিড স গ্রহ করে। বিক্রিয়ার পবে কলসী ভাঙ্গিয়া পটাসিয়াম সলফেট স গ্রহ করিয়া ফটকিবি  $[Alum K_2SO_4 Al_2(SO_4)_3 24H_2O]$  প্রস্তুতে ব্যবহার করা হয়।

(২) বর্তমানে হেবার পদ্ধতিতে উৎপন্ন অ্যামোনিয়াকে বায়ুস্থ অক্সিজেন দ্বারা জারিত করিয়া নাইট্রিক অ্যাসিডের পণ্য উৎপাদন সাধিত হয়। এই প্রণালীকে



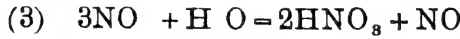
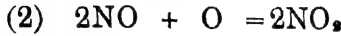
চিত্র ন 12—অস্টওয়াল্ড প্রণালী

অস্টওয়াল্ড প্রণালী (Ostwald Process) বলে। এই প্রণালীতে প্লাটিনাম অথবা পের্মাঙ্গেনেটের উপস্থিতিতে অ্যামোনিয়াকে বায়ুর অক্সিজেন দ্বারা জারিত করা হয়। প্রণালীটি এইরূপ —

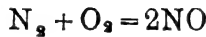
1 আয়তন বিশুদ্ধ অ্যামোনিয়া 7.5 আয়তন কার্বন ডাই অক্সাইড ও ধূলাবালি হইতে মুক্ত বায়ু সহিত মিশ্রিত করিয়া উক্ত মিশ্রণ অতি দ্রুতভাবে একটি অ্যালুমিনিয়াম বাস্কে (Converter) অবস্থিত ও তড়িৎপ্রবাহ দ্বারা প্রথমে 700 সেণ্টিগ্রেড উষ্ণতায় উত্তপ্ত প্লাটিনামের তারজালির উপর দিয়া প্রবাহিত করা হয় (চিত্র ন 12)। পরে রাসায়নিক বিক্রিয়ায় যে তাপ উদ্ভূত হয় তাহাই প্লাটিনামের তারজালীটিকে প্রয়োজনীয় উষ্ণতায় উত্তপ্ত রাখে। বায়ু অক্সিজেন অ্যামোনিয়াকে জারিত করিয়া নাইট্রিক অক্সাইড উৎপন্ন করে। উক্ত নাইট্রিক অক্সাইড একটি শূণ্য স্তরের ভিতর দিয়া অতিক্রম করাইয়া ঠাণ্ডা করিলে উহা বায়ুর

## রসায়নের গোড়ার কথা

অক্সিজেনের সহিত ক্রিয়া কবিতা নাইট্রোজেন পাব অক্সাইড উৎপন্ন করে। তাহার পর সেই নাইট্রোজেন পাব অক্সাইডকে পাথরের হুড়িপূর্ণ স্তম্ভের নিয়ে প্রবেশ করান হয় এবং স্তম্ভের উপর হইতে জলস্রোত প্রবাহিত করা হয়। স্তম্ভের নীচে পাথরের পাত্রে নাইট্রিক অ্যাসিডের দ্রবণ সঞ্চিত হয় এবং পবে নল দিয়া বাহির কবিতা আনিতা অল্প পাত্রে স গ্রহ কবা হয়।



এই প্রণালীতে নাইট্রিক অ্যাসিডের পণ্য উৎপাদন সম্ভব হওয়ার পূর্বে বায়ুস্থিত অক্সিজেন ও নাইট্রোজেনকে তড়িৎমোক্ষণ দ্বারা ৩০০০ সেন্টিগ্রেডে উত্তপ্ত কবিতা নাইট্রিক অক্সাইডে পরিণত কবা হইত। তাহার পর উক্ত নাইট্রিক অক্সাইডকে ৩০০০ সেন্টিগ্রেড হইতে সহসা ১০০০ সেন্টিগ্রেডে শীতল কবিতা একটি জলীয় বাষ্প-উৎপাদনের বয়লাবের নলের ভিতর দিয়া চালনা কবিতা ১৫০ সেন্টিগ্রেড উষ্ণতায় ঠাণ্ডা কবা হইত। তখন উক্ত নাইট্রিক অক্সাইড বায়ুর অক্সিজেনের সহিত ক্রিয়া কবিতা নাইট্রোজেন পাব অক্সাইডে পরিবর্তিত হইত। তাহার পর পাথরের হুড়িপূর্ণ স্তম্ভের ভিতর জলের সহিত ক্রিয়া কবিতা দিয়া উক্ত নাইট্রোজেন পাব অক্সাইডকে নাইট্রিক অ্যাসিডে রূপান্তরিত কবা হইত এবং নাইট্রিক অ্যাসিডের দ্রবণ স গ্রহ কবা হইত।



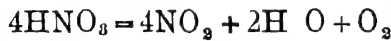
এই প্রণালীকে বার্কল্যান্ড এবং আইড (Birkeland and Lyde) প্রণালী বলা হয়। এক্ষণে এই প্রণালীতে আব নাইট্রিক অ্যাসিডের পণ্য উৎপাদন কবা হয় না। তাহার কারণ ইহাতে খুব বেশী তড়িৎশক্তি দরকার হয়। অ্যামোনিয়া হইতে নাইট্রিক অ্যাসিড উৎপাদনে তত বেশী তড়িৎশক্তির প্রয়োজন হয় না।

সোডিয়াম নাইট্রেট হইতে উৎপন্ন বাজারের নাইট্রিক অ্যাসিডে ক্লোরিন, আয়োডিক অ্যাসিড (Iodic acid  $\text{HIO}_3$ ) আয়রণের লবণ সোডিয়াম সলফেট সলফিউরিক অ্যাসিড নাইট্রোজেন পাব অক্সাইড ও জল প্রভৃতি অন্তর্ভুক্ত থাকে। ইহাকে বিশুদ্ধ করিতে হইলে ইহার সহিত গাঢ় সলফিউরিক অ্যাসিড মিশাইয়া

কাচের বকযন্ত্র হইতে পাতিত করা হয়। প্রথম  $\frac{1}{3}$  অংশ ক্লোরিন, নাইট্রোজেন পার অক্সাইড প্রভৃতি নাইট্রিক অ্যাসিডের সহিত আসিয়া গ্রাহকে জমে। তাহা ফেলিয়া দেওয়া হয়। দ্বিতীয়  $\frac{1}{3}$  অংশ পাতন দ্বারা সংগ্রহ করা হয়। তৃতীয়  $\frac{1}{3}$  অংশ বকযন্ত্রে ছাড়িয়া দেওয়া হয় এবং পরে তাহা ফেলিয়া দেওয়া হয়। মাঝেব  $\frac{1}{3}$  অংশ সামান্য উত্তপ্ত করিয়া তাহাব ভিতর দিয়া বায়ু বা কার্বন ডাই অক্সাইড গ্যাস চালনা করা হয়। নাইট্রোজেন পার অক্সাইড ইহাতে উড়িয়া যায় এবং নাইট্রিক অ্যাসিডের লাল রং অপসাবিত হয়। এই অ্যাসিডে 99.8% নাইট্রিক অ্যাসিড থাকে। কোন কোন ক্ষেত্রে ওজোনস যুক্ত অক্সিজেন গ্যাস চালনা করিয়া নাইট্রোজেন পার অক্সাইড অন্তর্দিকে জলের উপস্থিতিতে নাইট্রিক অ্যাসিডে পরিবর্তিত করা হয়।

**ধূমায়মান নাইট্রিক অ্যাসিড (Fuming Nitric Acid)** গাঢ় নাইট্রিক অ্যাসিডে সামান্য স্বেতসাব (Starch) বা আর্সেনিয়াস অক্সাইড ( $As_2O_3$ ) যোগ করিয়া পাতিত করিলে ধূমায়মান নাইট্রিক অ্যাসিড পাওয়া যায়। ইহাতে অনেকটা নাইট্রোজেন পার অক্সাইড ( $N_2O_4$ ) এবং নাইট্রোজেন ট্রাই অক্সাইড ( $N_2O_5$ ) দ্রবীভূত হইয়া থাকে। সেইজন্য ইহার বর্ণ বাদামী।

**নাইট্রিক অ্যাসিডের ধর্ম** নাইট্রিক অ্যাসিড একটি বর্ণহীন তরল পদার্থ। ইহাব গন্ধ তীব্র ও স্বাসবোধী। ইহা জলে মিশ্রন অনুপাতে দ্রব্য। ইহাব ঘনত্ব 1.52। 78.2 সেটিগ্রাড উষ্ণতায় ইহা ফুটিয়া থাকে কিন্তু ফুটিবাব সময় ইহা নাইট্রোজেন পার অক্সাইড জল ও অক্সিজেনে বিয়োজিত হইয়া যায়।



বাতাসে উন্মুক্ত অবস্থায় কোন পাত্রে রাখিলে ইহা স্বতঃই ধূমায়িত হইতে থাকে।

ঘন নাইট্রিক অ্যাসিড প্রমাণ চাপে পাতিত করিলে নাইট্রোজেন পার অক্সাইড গ্যাসীয় অবস্থায় চলিয়া যায় এবং অ্যাসিডে জলের পরিমাণ বৃদ্ধিপ্রাপ্ত হয়। জলের পরিমাণ বৃদ্ধিপ্রাপ্ত হইয়া যখন উহাতে শতকরা 68 ভাগ নাইট্রিক অ্যাসিড আসিয়া দাড়াই তখন উহা 120.5 সেটিগ্রাড উষ্ণতায় ফুটিতে থাকে এবং অধিকৃত অবস্থায় পাতিত হইতে থাকে। আবাব পাতলা নাইট্রিক অ্যাসিড পাতিত করিলে প্রথমে জল বাষ্পাকাবে চলিয়া যায় যতক্ষণ না শতকরা 68 ভাগ নাইট্রিক অ্যাসিডের দ্রবণ পাওয়া যায়। তাহার পর পাতিত করিলে উক্ত 68% নাইট্রিক অ্যাসিড অবিকৃত



অবস্থায় পাওয়া যায়। চাপ পরিকল্পিত করিলে পাতিত তরলের স্ফুটনাঙ্কের পরিবর্তন স্বাভাবিক হয় এবং উহাতে অ্যাসিডের পরিমাণেরও হ্রাসবৃদ্ধি ঘটিয়া থাকে। তাহা হইতে জানা যায় উক্ত 120°C স্ফুটনাঙ্কবিশিষ্ট নাইট্রিক অ্যাসিড জল ও নাইট্রিক অ্যাসিডের যোগ নহে উহা জল ও নাইট্রিক অ্যাসিডের মিশ্রণ মাত্র যদিও উহা একটি নির্দিষ্ট স্ফুটনাঙ্ক দেখা যায়।

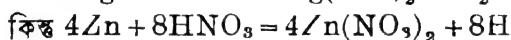
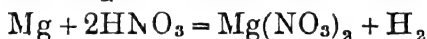
নাইট্রিক অ্যাসিড একটি তীব্র অম্ল। জলীয় দ্রবণে ইহা প্রায় সম্পূর্ণরূপে হাইড্রোজেন আয়ন ( $10n$ ) এবং নাইট্রেট আয়নে ভাঙ্গিয়া যায় —



ইহা বাল্মিকগুণ বিয়লিখিত উপায়ে প্রমাণিত হয় —

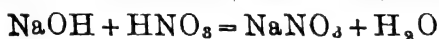
(1) নীল লিটমাসের দ্রবণে নাইট্রিক অ্যাসিড যোগ করিলে উহা লাল হইয়া যায়।

(2) ইহা হাইড্রোজেন ম্যাগনেসিয়াম ও ম্যাঙ্গানিজ এই দুইটি ধাতু দ্বারা প্রতিস্থাপিত হয় এবং হাইড্রোজেন গ্যাসরূপে বাহিৰ হইয়া আসে। অত্যাশ্চর্য্য অম্ল ধাতুও হাইড্রোজেনকে প্রতিস্থাপিত করে বটে কিন্তু সে হাইড্রোজেন জায়মান অবস্থায় উদ্ভূত হইবে বলিয়া নাইট্রিক অ্যাসিডকে বিজারিত করে।

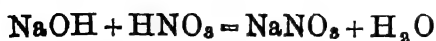
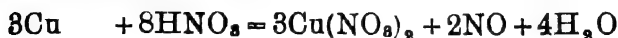


অতএব যোগ করিয়া,  $4\text{Zn} + 10\text{HNO}_3 = 4\text{Zn}(\text{NO}_3)_2 + \text{NH}_4\text{NO}_3 + 3\text{H}_2\text{O}$ ।

(3) ইহা ক্ষারকের সহিত ক্রিয়া করিয়া লবণ ও জল উৎপাদন করে।

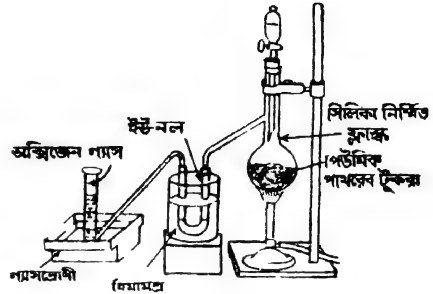


নাইট্রিক অ্যাসিড হইতে যে সকল লবণ উৎপন্ন হয় তাহাদেব নাইট্রেট বলে। সোডিয়াম ও পটাসিয়াম নাইট্রেটের কথা পূর্বে বলা হইয়াছে। কোন ধাতুর নাইট্রেট প্রস্তুত করিতে হইলে সেই ধাতুর উপর নাইট্রিক অ্যাসিড যোগ করা হয়। প্রায় সকল ধাতুই (কেবল গোল্ড প্লাটিনাম ও ইরিডিয়াম ভিন্ন) নাইট্রিক অ্যাসিডে দ্রব্য। ক্ষারক বস্তুর (যথা অক্সাইড হাইড্রক্সাইড বা কার্বনেট) উপর নাইট্রিক অ্যাসিডের ক্রিয়ার ফলেও নাইট্রেট উৎপন্ন হইয়া থাকে।



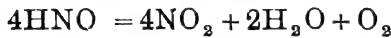
তাপে গাঢ় নাইট্রিক অ্যাসিড বিস্ফিষ্ট হয় এবং অক্সিজেন নাইট্রোজেন পার অক্সাইড ও জল উৎপন্ন হয়। একটি সিলিকা ফ্লাস্কে (অতিশয় তাপসহ এবং সহ্য উত্তপ্ত অবস্থায় জলে ডুবাইলে উহা ফাটিয়া যায় না) স্থিত উত্তপ্ত পিউমিস পাথরের টুকবার উপর বিন্দুপাতন ফানেলের সাহায্যে ফোটা ফোটা নাইট্রিক অ্যাসিড ফেলিলে লালবর্ণের গ্যাস উৎপন্ন হয়।

এ উত্তপ্ত গ্যাসীয় পদার্থকে হিমমিশ্রে অবস্থিত U নলের মধ্যদিয়া অতিক্রম করান হইলে নাইট্রোজেন পার অক্সাইড ও জল U নলে জমে। অক্সিজেন U নলের মুখ দিয়া বাহির হইয়া আসে



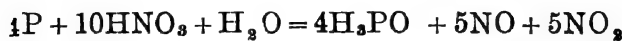
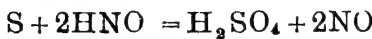
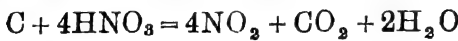
চিত্র ন 13

এব জনপূর্ণ গ্যাস জারোজনের প্রতিস্থাপন দ্বাৰা স গ্রহ করা যায়। এই গ্যাসজারে অর্ধ জলন্ত কাঠি প্রবেশ করালে উহা উজ্জলভাবে জ্বলিয়া উঠে।



এইভাবে নাইট্রিক অ্যাসিডে অক্সিজেনের অন্তিত্ব প্রমাণ করা যায়।

নাইট্রিক অ্যাসিড অতি তীব্র জাবক। অধিকাংশ অধাতব মৌল (non metallic elements) গাঢ় নাইট্রিক অ্যাসিড সহযোগে ফুটাইলে উহারা জারিত হইয়া তাহাদের অক্সাইডে বা সর্বোচ্চ অক্সি অ্যাসিডে পরিণত হয়। যেমন, কার্বন হইতে কার্বন ডাই অক্সাইড সালফার হইতে সলফিউবিক অ্যাসিড ফসফোরাস হইতে ফসফোরিক অ্যাসিড আয়োডিন হইতে আয়োডিক অ্যাসিড উৎপন্ন হয়। এই সকল বিক্রিয়াতে নাইট্রিক অ্যাসিড বিজারিত হইয়া নাইট্রোজেন পার অক্সাইড বা নাইট্রিক অক্সাইড দিয়া থাকে।

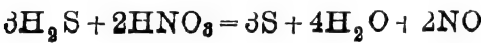
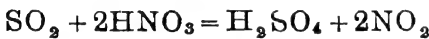
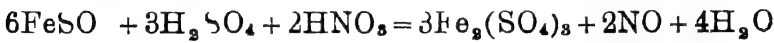
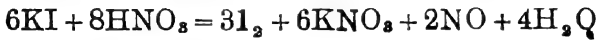


**পরীক্ষা** (1) একটি পোর্সিলেন নির্মিত খপরে কিছুটা গাঢ় নাইট্রিক অ্যাসিড লইয়া তাহার ভিতর একখণ্ড স্কুলিস বিচ্ছুরণকারী কাঠ কয়লার টুকরা ছাড়িয়া দিলে উহা তীব্রভাবে জ্বলিয়া উঠে।

(২) একখানি অ্যাসবেসটসের ঝণ্ডে কিছুটা কবাতের গুড়া লইয়া ত্রিপদীর উপর বসাইয়া বুনসেন দীপ দ্বারা কবাতের গুড়াকে উত্তপ্ত করা হয়। তাহার পর কয়েক ফোটা গাঢ় নাইট্রিক অ্যাসিড উক্ত কবাতের গুড়ার উপর ফেলিলে উহা ফুলিয়া সহকাবে জলিয়া উঠে।

এই জাবণ ক্রিয়াগুলি নাইট্রিক অ্যাসিড হইতে সহজেই বিশ্লিষ্ট অক্সিজেন দ্বারা সঘটিত হয়।

অনেক যৌগিক পদার্থও নাইট্রিক অ্যাসিডের সহিত বিক্রিয়ার ফলে জারিত হয়। যথা আয়োডাইড জারিত হইয়া অয়োডিন বিশ্লিষ্ট হয় ফেরাস সলফেট জারিত হইয়া ফেরিক সলফেট উৎপন্ন করে সলফার ডাই অক্সাইড জারিত হইয়া সলফিউরিক অ্যাসিডে পরিবর্তিত হয় এবং হাইড্রোজেন সলফাইড হইতে জারণের ফলে সলফার পাওয়া যায়।

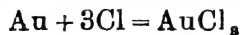


গাঢ় হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিডের সহিত গাঢ় নাইট্রিক অ্যাসিড উহাদের আণবিক ওজনের ৩ : ১ অনুপাতে মিশাইলে যে দ্রবণ পাওয়া যায় তাহাকে অন্নরাজ বা aqua regia বলে। উক্ত অন্নরাজ সামান্য উত্তাপ দিলে গোল্ড প্লাটিনাম প্রভৃতি ধাতুকে (noble metals) দ্রবীভূত করে। ইহার কারণ হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড এই অবস্থায় নাইট্রিক অ্যাসিড দ্বারা জারিত হইয়া জায়মান ক্লোরিন উৎপন্ন করে —



( নাইট্রোসিল ক্লোরাইড )

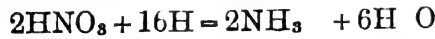
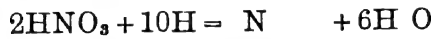
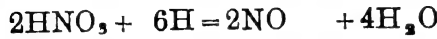
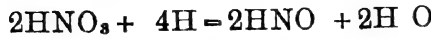
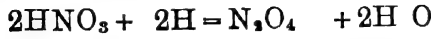
এই জায়মান ক্লোরিন গোল্ড প্লাটিনাম প্রভৃতিতে জারিত করে।



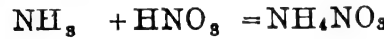
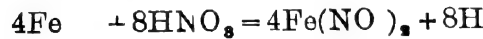
বিভিন্ন ধাতুর সহিত নাইট্রিক অ্যাসিডের ক্রিয়া বিশেষভাবে উল্লেখযোগ্য। গোল্ড প্লাটিনাম প্রভৃতি কয়েকটি ধাতুর উপরে নাইট্রিক অ্যাসিডের কোন ক্রিয়া নাই। অন্যান্য প্রায় সকল ধাতুর সহিতই নাইট্রিক অ্যাসিডের বিক্রিয়া হইয়া থাকে এবং বেশীর ভাগ ক্ষেত্রেই ধাতব নাইট্রেট উৎপন্ন হয়। কোন কোন স্থলে

## নাইট্রিক অ্যাসিড

কিন্তু এই জারমান হাইড্রোজেন বিভিন্ন অবস্থার ও বিভিন্ন গাঢ়তর নাইট্রিক অ্যাসিডের সহিত বিভিন্নভাবে ক্রিয়া করিয়া থাকে। সুতরাং অবস্থানভেদে বিভিন্ন প্রকারের পদার্থ পাওয়া যায়। যথা—



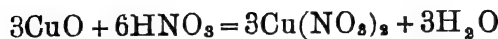
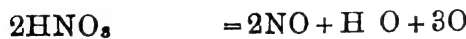
আমাদের সহিত পাতলা নাইট্রিক অ্যাসিডের বিক্রিয়া এই বাদ অনুসারে নিম্ন-লিখিতভাবে দেখান যাইতে পারে —



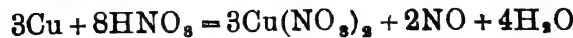
যোগ করিয়া



(খ) অক্সাইড-গঠন বাদ ( Oxide-formation Theory ) এই বাদ অনুসারে নাইট্রিক অ্যাসিড ধাতুকে প্রথমে অক্সাইডে পরিণত করে। পরে উক্ত অক্সাইড অতিরিক্ত অ্যাসিডের সহিত ক্রিয়া করিয়া ধাতুর নাইট্রেট ও জল উৎপাদন করে। কপারের উপর মধ্যম প্রকার গাঢ় নাইট্রিক অ্যাসিডের ক্রিয়া এই বাদ অনুসারে নিম্নলিখিতরূপে দেখান হয় —

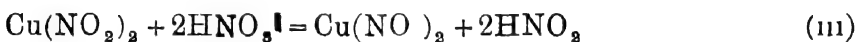
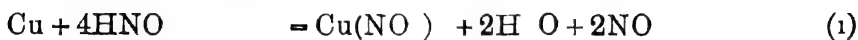


যোগ করিয়া—

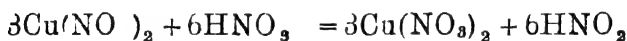
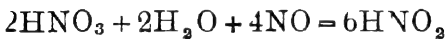
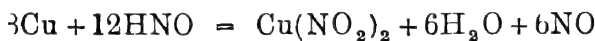


(গ) নাইট্রাস অ্যাসিড বাদ ( Nitrous Acid Theory ) পরীক্ষার ফলাফলে কেহ কেহ বলেন যে নাইট্রাস অ্যাসিডের উপস্থিতি ভিন্ন ধাতুর ( Cu ) সিলভার

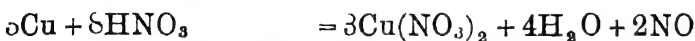
(Ag) মার্কাসি (Hg) প্রভৃতি নাইট্রিক অ্যাসিড দ্বারা আক্রান্ত হয় না। এখন নাইট্রিক অ্যাসিডের ভিতর সর্বদাই অতি সামান্য পরিমাণ নাইট্রাস অ্যাসিড থাকে। এই নাইট্রাস অ্যাসিড অতি সামান্য তাপে (incipient heat) নাইট্রিক অ্যাসিডের বিয়োজন হইতে উৎপন্ন হয়। উক্ত সামান্য নাইট্রাস অ্যাসিড ধাতুর সহিত ক্রিয়া করিয়া ধাতব নাইট্রাইট ও নাইট্রিক অক্সাইড উৎপাদন করে। এই নাইট্রিক অক্সাইড পরে নাইট্রিক অ্যাসিডকে নাইট্রাস অ্যাসিডে পরিবর্তিত করে। ধাতব নাইট্রাইট পবে নাইট্রিক অ্যাসিড দ্বারা নাইট্রেটে রূপান্তরিত হয়। কপারের সহিত বিক্রিয়া নিম্নলিখিতভাবে দেখান যায় —



(1) কে ৩ দিয়া গুণ করিয়া (11) ক ২ দিয়া গুণ করিয়া এবং (111) কে ৩ দিয়া গুণ করিয়া লিহিলে পাওয়া যায়—



১ যোগ করিয়া



প্রত্যেক মতবাদেরই স্বপক্ষে কিছু না কিছু প্রমাণ আছে।

**অম্লরাজ (Aqua regia)** পূর্বেই উল্লিখিত হইয়াছে যে গাঢ় নাইট্রিক অ্যাসিডে গোল্ড (Gold) বা প্লাটিনাম ধাতু দ্রবীভূত হয় না। গাঢ় হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিডেও উক্ত ধাতুদ্বয় দ্রবীভূত হয় না। কিন্তু গাঢ় নাইট্রিক অ্যাসিড ও গাঢ় হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিডের ১ ও ৩ আণবিক অনুপাতের মিশ্রণে গোল্ড বা প্লাটিনাম দ্রবীভূত হয়। গোল্ডকে ধাতুরাজ বলে। সেইজন্য উক্ত অ্যাসিডদ্বয়ের মিশ্রণকে অম্লরাজ (kingly water) বলা হয়। নাইট্রিক অ্যাসিডের জারণক্রিয়ার ফলে হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড হইতে জারমান ক্লোরিন মুক্ত হয়। গোল্ড বা প্লাটিনাম

এই জায়মান ক্লোরিন দ্বারা আক্রান্ত হইয়া ক্লোরাইডে রূপান্তরিত হওয়ার ফলে দ্রবীভূত হয়।



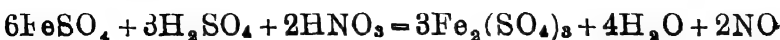
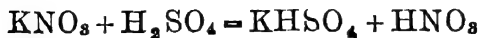
নাইট্রোসিল ক্লোরাইড



এই প্রক্রিয়া সূর্য্যভাবে সম্পন্ন হয় যখন নাইট্রিক অ্যাসিড ও হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড 1 : 4 আণবিক অনুপাতে লওয়া হয়।

**নাইট্রিক অ্যাসিডের পরীক্ষা ( Tests for Nitric Acid )** নিম্নলিখিত তিনটি পরীক্ষার যে কোন একটি দ্বারা নাইট্রিক অ্যাসিড বা নাইট্রেটের অস্তিত্ব প্রমাণ করা যায়।

**বলয় পরীক্ষা** একটি পরীক্ষা নলে ( test tube ) পাতলা নাইট্রিক অ্যাসিড বা কোন ধাতব নাইট্রেটের পাতলা দ্রবণ লওয়া হয়। তাহাতে ফেরাস সলফেটের ( $\text{FeSO}_4$ ) দ্রবণ যোগ করা হয়। এই মিশ্রিত দ্রবণসহ পরীক্ষা নলটি জলের কল ধুলিয়া দিয়া জলে সামান্য কাত করিয়া ধরিয়া ঠাণ্ডা করা হয়। তাহার পব গাঢ় সলফিউবিক অ্যাসিড পরীক্ষা নলের গা দিয়া আস্তে আস্তে ঢালিয়া দেওয়া হয়। সলফিউবিক অ্যাসিড ভাবী বলিয়া পরীক্ষা নলের নিম্নে জমা হয়। পরীক্ষা নলে কোনপ্রকার নাড়া দেওয়া হয় না। এই অবস্থায় দেখিতে পাওয়া যাইবে যে সলফিউবিক অ্যাসিড ও নাইট্রিক অ্যাসিড বা নাইট্রেট যুক্ত ফেরাস সলফেটের দ্রবণের স যোগস্থলে একটি বাদামী ব এব বলয় গঠিত হইয়াছে। নাইট্রেট ব্যবহার করিলে উহা সলফিউবিক অ্যাসিড দ্বারা বিশ্লিষ্ট হইয়া নাইট্রিক অ্যাসিড উৎপাদন করে। ফেরাস সলফেট দ্বারা নাইট্রিক অ্যাসিড বিজারিত হইয়া নাইট্রিক অক্সাইড উৎপন্ন হয়। ফেরাস সলফেটের যে অতিবিক্ত দ্রব। থাকে তাহার সহিত নাইট্রিক অক্সাইড যুক্ত হইয়া  $\text{FeSO}_4$  NO যোগে পরিবর্তিত হয় এব এই যোগের বর্ণ বাদামী।



(খ) **ব্রুসিন পরীক্ষা (Brucine Test)** একটি পোর্সিলেন বেসিনে অতি সামান্য এক টুকরা ব্রুসিন রাখিয়া তাহাতে কয়েক ফোটা নাইট্রেটের দ্রবণ ও গাঢ় সলফিউরিক অ্যাসিড যোগ করিলে মিশ্রিত দ্রবণের বর্ণ উজ্জ্বল লাল হয়।

(গ) যে কোন নাইট্রেটের সহিত গাঢ় সলফিউরিক অ্যাসিড ও কপারের ছিলি মিশাইয়া উত্তপ্ত করিলে পিঙ্গল বা লাল ধোয়া উথিত হয়। এই লাল ধোয়া নাইট্রোজেন পাব-অক্সাইডের ( $\text{NO}_2$ )।

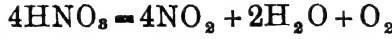


**নাইট্রিক অ্যাসিডের ব্যবহার** (১) পরীক্ষাগারে নাইট্রিক অ্যাসিড বিকাক (reagent) হিসাবে ব্যবহৃত হয়। (২) ইহা বাতুকে বা ধাতুর স কবকে দ্রবীভূত করিতে ও পিতল বা কাসাব বাসাম নামে দ্রবীভূত করিতে ব্যবহৃত হয়। (৩) নাইট্রিক অ্যাসিড প্রধানত অত্যন্ত বিস্ফোবক প্রস্তুতে ব্যবহৃত হয়। যথা নাইট্রোগ্লিসেরিন (যাহা হইতে ডিনামাইট উৎপন্ন হয়) পিকরিক অ্যাসিড ট্রাই নাইট্রোটোলুইন ( $\text{TNT}$ ) প্রভৃতি বিস্ফোবক নাইট্রিক অ্যাসিডের সাহায্যে প্রস্তুত হয়। (৪) কৃত্রিম সিল্ক কৃত্রিম বা সলফিউরিক অ্যাসিডের ও সেলুলোজেড প্রভৃতির পণ্য উৎপাদনেও নাইট্রিক অ্যাসিড ব্যবহৃত হইয়া থাকে। (৫) কোন কোন তড়িৎ ব্যাটারীতেও নাইট্রিক অ্যাসিডের ব্যবহার দেখা যায়।

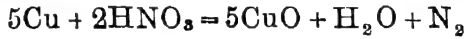
**নাইট্রিক অ্যাসিড হাইড্রোজেন, নাইট্রোজেন ও অক্সিজেনের যোগ।**

নাইট্রিক অ্যাসিডে অক্সিজেনের অস্তিত্ব প্রমাণ করিতে হইলে একটি সিলিকা নিমিত ক্লাস্ক লইয়া তাহাতে দুইটি ছিদ্র যুক্ত একটি কক লাগান হয়। একটি ছিদ্রেব মধ্য দিয়া একটি বিন্দুপাতন ফানেল ও অপরটিব মধ্য দিয়া একটি নির্গমন নল লাগান হয়। নির্গমন নলের মুখটি জলের দ্রোণীতে অবস্থিত জলের তলায় ডোবান থাকে। ক্লাস্কের তলায় পিউমিস্ (কামা) পাথরের (pumice stone) টুকরা রাখিয়া ক্লাস্কটিকে তাবজালিব উপর বসাইয়া বুনেন দীপ দ্বারা উত্তপ্ত করা হয়। পাথরের টুকরাগুলি বেশ উত্তপ্ত হইলে বিন্দুপাতন ফানেল হইতে ফোটা ফোটা করিয়া গাঢ় নাইট্রিক অ্যাসিড ফেলা হয় এবং উত্তপ্ত গ্যাস জল অপসারণ দ্বারা গ্যাসজারে সংগ্রহ করা হয়। নাইট্রোজেন পার অক্সাইডের লাল ধোয়া জলে দ্রবীভূত হয় কিন্তু অক্সিজেন জলে অদ্রাব্য বলিয়া গ্যাসজারে জল অপসারিত করিয়া জমা হয়। গ্যাসজারে সংগৃহীত গ্যাসটি যে অক্সিজেন তাহা সামান্য আভাষুক্ত এক টুকরা কাঠ

কয়লা গ্যাসের ভিতর নামাইয়া দিয়া দেখা হয় এবং উক্ত গ্যাসে তাহা উজ্জলভাবে অলিয়া উঠিয়া গ্যাসটিকে অক্সিজেন বলিয়া প্রমাণ করে।



নাইট্রোজেনের অস্তিত্ব প্রমাণ করিতে নাইট্রিক অ্যাসিডকে উত্তপ্ত কবিয়া যে বাষ্প উৎপন্ন হয় তাহা লোহিত তপ্ত কপাৰের ছিবড়াব উপর দিয়া অতিক্রম করান হয়। এই পরীক্ষাটিতে একটি শক্ত কাচের নলের ভিতর কপাৰের ছিবড়া রাখিয়া লোহিত তপ্ত কবা হয় এবং নলটির একমুখ দিয়া নাইট্রিক অ্যাসিডের বাষ্প চালনা করিব ফলে উদ্ভূত এবং অপব মুখ দিয়া নির্গত গ্যাস যথাবিহিত ব্যবস্থা কবিয়া জল অপসারণদ্বারা সংগ্রহ করা হয়। গ্যাসটি যে নাইট্রোজেন তাহা নিম্নলিখিত পরীক্ষাগুলি দ্বারা প্রমাণ কবা হয়। (১) গ্যাসটি সাধারণ উত্তাপে নিষ্ক্রিয় (২) ইহা চুনের জলকে ঘোলা কবে না (৩) ইহা দহনের সহায়ক নয় এবং নিজেও দাহ্য নয় (৪) ইহা উত্তপ্ত ম্যাগনেসিয়াম বাতু দ্বারা সম্পূর্ণরূপে শোষিত হয়।



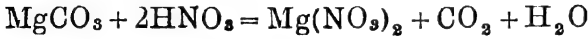
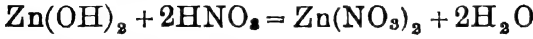
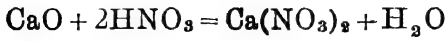
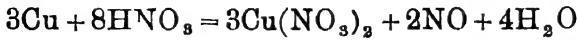
হাইড্রোজেনের অস্তিত্ব প্রমাণ কবিত্তে হইলে তীব্রভাবে উত্তপ্ত নাইট্রিক অ্যাসিডের বাষ্প একটি ববফ ও লবণের হিম মিশ্রে অবস্থিত U নলের মধ্য দিয়া অতিক্রম কবান হয়। U নলের ভিতর কিছুটা তরল জমা হইয়াছে দেখা যায়। উক্ত তরলে পরীক্ষা দ্বারা দেখান যায় যে জল আছে। জলে হাইড্রোজেন আছে। অতএব নাইট্রিক অ্যাসিড ভাঙ্গিয়া যখন জল পাওয়া যায় তখন নাইট্রিক অ্যাসিডে হাইড্রোজেনের অস্তিত্ব প্রমাণিত হয়।

**নাইট্রেট** নাইট্রিক অ্যাসিড হইতে অ্যাসিডের হাইড্রোজেন ধাতু বা ধাতুসম যৌগমূলক (radical) দ্বারা প্রতিস্থাপিত কবিয়া যে লবণ পাওয়া যায় তাহাকে নাইট্রেট বলে। যথা—

$\text{KNO}_3$  (পটাসিয়াম নাইট্রেট)  $\text{NaNO}_3$  (সোডিয়াম নাইট্রেট)  
 $\text{NH}_4\text{NO}_3$  (অ্যামোনিয়াম নাইট্রেট)  $\text{AgNO}_3$  (সিলভার নাইট্রেট)  
 $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$  (ক্যালসিয়াম নাইট্রেট),  $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$  (লেড নাইট্রেট)  
 $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$  (কিউপ্রিক নাইট্রেট), ইত্যাদি। কোন ধাতু বা নাইট্রেট প্রস্তুত করিতে হইলে সাধারণত সেই ধাতু বা তাহার অক্সাইড হাইড্রক্সাইড বা কার্বনেট নাইট্রিক অ্যাসিডের দ্রবণে যোগ করা হয়। তাহাতে যে দ্রবণ উৎপন্ন হয় তাহা



পরিচালিত কবিতা পরিক্ষণকে জলগাহে রাখিয়া ঘনীভূত করিয়া ঠাণ্ডা করিলে নাইট্রেটের কেলস পাওয়া যায়।

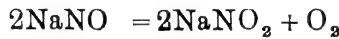


সকল নাইট্রেটই জলে দ্রব্য।

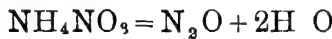
**নাইট্রেটের উপর তাপের ক্রিয়া ( Action of heat on nitrates )**

সকল নাইট্রেটই তীব্রভাবে উত্তপ্ত কবিলে বিশ্লিষ্ট হয়। তবে বিভিন্ন বাতুর নাইট্রেট বিভিন্নভাবে বিশ্লিষ্ট হইয়া থাকে।

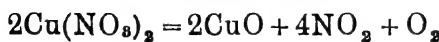
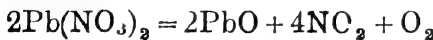
(1) সোডিয়াম বা পটাসিয়াম নাইট্রেট উত্তপ্ত কবিলে তাহা সোডিয়াম বা পটাসিয়াম নাইট্রাইট ও অক্সিজেনে বিশ্লিষ্ট হয়।



(2) কিন্তু অ্যামোনিয়াম নাইট্রেট যদিও সোডিয়াম বা পটাসিয়াম নাইট্রেটের মতই তাহা হইলেও উত্তপ্ত দিলে উহা নাইট্রাস অক্সাইড ( $\text{N}_2\text{O}$ ) এবং জলে ভাঙ্গিয়া যায়।



(3) ভারী ধাতুর নাইট্রেট যথা লেড নাইট্রেট বেরিয়াম নাইট্রেট কপার নাইট্রেট, প্রভৃতি উত্তপ্ত কবিলে উহাবা ধাতুর অক্সাইড নাইট্রোজেন পার অক্সাইড এবং অক্সিজেনে ভাঙ্গিয়া যায়।



**নাইট্রেটের ব্যবহার** সোডিয়াম নাইট্রেট ( চিলিদেশীয় সোরা ), এবং অ্যামোনিয়াম নাইট্রেট সাররূপে সিলভার নাইট্রেট ফটোগ্রাফিতে, লেড নাইট্রেট রঞ্জক-শিল্পে এবং পরীক্ষাগারে ও বেরিয়াম নাইট্রেট বাজি প্রস্তুত কার্কে ব্যবহৃত হয়।

Questions

1 Describe with a neat sketch the method of preparation of nitric acid in the laboratory State the properties of nitric acid as far as possible How can nitric oxide and nitrogen peroxide be obtained from nitric acid ?

১। পৰীক্ষাগারে নাইট্রিক অ্যাসিডের প্রস্তুত প্রণালী ছবি সংযোগে বর্ণনা কর। নাইট্রিক অ্যাসিডের ধর্ম যতদূর সম্ভব উল্লেখ কর। নাইট্রিক অ্যাসিড হইতে কিভাবে নাইট্রিক অক্সাইড এবং নাইট্রোজেন পার অক্সাইড পাওয়া যাইতে পারে ?

2 Prove by experiments that nitric acid is a compound of nitrogen hydrogen and oxygen

২। নাইট্রিক অ্যাসিড যে নাইট্রো জেন হাইড্রোজেন ও অক্সিজেনের যৌগ তাহা পৰীক্ষামূলকভাবে প্রমাণ কর।

3 Describe with equations the reactions that occur when cold or hot nitric acid is added to zinc copper tin and mercury

৩। ঐতল অথবা উষ্ণ নাইট্রিক অ্যাসিড জিঙ্ক কপার টিন এবং মার্ক্যাবীর উপর যোগ করিলে যে প্রকার বিক্রিয়া ঘটিয়া থাকে তাহা সমীকরণ সহকারে বর্ণনা কর।

4 Describe the method of manufacture of nitric acid from synthetic ammonia

৪। সাংশ্লেষিক পদ্ধতিতে উৎপন্ন অ্যামোনিয়া হইতে নাইট্রিক অ্যাসিডের পাত্য উৎপাদন বর্ণনা কর।

5 What are the impurities present in nitric acid produced from sodium nitrate ? Describe the process of getting pure and concentrated nitric acid from this impure nitric acid How can you get (a) oxygen (b) nitrogen (c) ammonia (d) nitrous oxide (e) nitric oxide and (f) nitrogen peroxide from nitric acid Give equations wherever necessary

৫। সোডিয়াম নাইট্রেট হইতে উৎপন্ন নাইট্রিক অ্যাসিড কি কি অশুদ্ধি দেখিতে পাওয়া যায় ? এই অশুদ্ধ নাইট্রিক অ্যাসিড হইতে কিভাবে বিশুদ্ধ ঘন নাইট্রিক অ্যাসিড পাওয়া যাইতে পারে তাহা বর্ণনা কর। নাইট্রিক অ্যাসিড হইতে কিভাবে (ক) অক্সিজেন (খ) নাইট্রোজেন (গ) অ্যামোনিয়া (ঘ) নাইট্রাস অক্সাইড (ঙ) নাইট্রিক অক্সাইড এবং (চ) নাইট্রোজেন পার অক্সাইড পাওয়া যাইতে পারে ? যেখানে প্রয়োজন সেইখানেই সমীকরণ সহকারে বর্ণনা দিতে হইবে।

6 State which of the following statements are correct and write out the erroneous statements after correction —

(a) On heating ammonium nitrate nitric oxide and water are obtained

(b) Ammonium nitrate water and zinc nitrate are produced by the action of concentrated nitric acid on zinc

(c) Nitric acid breaks down on heating into nitrogen oxygen and water

(d) Aqua regia reacts through evolved oxygen

৬। নিম্নলিখিত উক্তিগুলির মধ্যে কোনটি সত্য তাহা উল্লেখ কর এবং বাকী তুল উক্তিগুলি স শোভিত করিয়া লিখ —

(ক) অ্যামোনিয়াম নাইট্রেটকে উত্তপ্ত করিলে নাইট্রিক অক্সাইড এবং জল পাওয়া যায়।

(খ) গাঢ় নাইট্রিক অ্যাসিডের সহিত জিক্কেব বিক্রিয়াব ফলে অ্যামোনিয়াম নাইট্রেট জল এবং জিক্কে নাইট্রেট উৎপন্ন হয়।

(গ) নাইট্রিক অ্যাসিড উত্তপ্ত করিলে ইহা নাইট্রোজেন অক্সিজেন এবং জলে ভাঙ্গিয়া যায়।

(ঘ) অল্পবাস্কেব ক্রিয়া উৎপন্ন অক্সিজেনেব জন্ত ঘটয়া থাকে।

7 Describe what happens when (a) dilute nitric acid and (b) concentrated nitric acid are distilled

৭। (ক) পাতলা নাইট্রিক অ্যাসিড এবং (খ) গাঢ় নাইট্রিক অ্যাসিড পাতিত করিলে কি প্রকার ঘটনা হয় তাহা বর্ণনা কর।

8 State with equations what happens when the following nitrates are heated —

(a) Sodium nitrate (b) Ammonium nitrate (c) Silver nitrate (d) Cupric nitrate (e) Lead nitrate and (f) Ferric nitrate

৮। নিম্নলিখিত নাইট্রেট লি উত্তপ্ত করিলে কি ঘটনা থাকে তাহা সমীকরণ সহকারে বর্ণনা কর (ক) সোডিয়াম নাইট্রেট (খ) অ্যামোনিয়াম নাইট্রেট (গ) সিলভার নাইট্রেট (ঘ) কুপ্ৰিক নাইট্রেট (ঙ) লেড নাইট্রেট (চ) ফেরিক নাইট্রেট।

9 State the uses of nitric acid as oxidising agent and as a solvent for metals with equations

৯। নাইট্রিক অ্যাসিডের জ্বালক হিসাবে ব্যবহার এবং ধাতুকে জ্বালক হিসাবে ব্যবহার সমীকরণ সহকারে বর্ণনা কর।

10 State with equations what happens when (a) Lead nitrate is strongly heated (b) sodium nitrate is heated with concentrated sulphuric acid (c) Mildly dilute nitric acid is added to copper turnings and (d) Ammonium nitrate is heated

Mention in each case the colour of the gas or vapour evolved and also of the residue if any

(Higher Secondary West Bengal —1960)

11 State the conditions necessary for conversion of ammonia to nitric acid on a large scale Describe one other method of manufacturing nitric acid

Give one example each of the reactions of nitric acid (a) as an acid (b) as an oxidising agent

১১। অ্যামোনিয়া হইতে অধিক পরিমাণে নাইট্রিক অ্যাসিড উৎপাদনের সর্বোত্তম উল্লেখ কর। নাইট্রিক অ্যাসিডের অন্য উৎপাদনের একটি পদ্ধতি বর্ণনা কর।

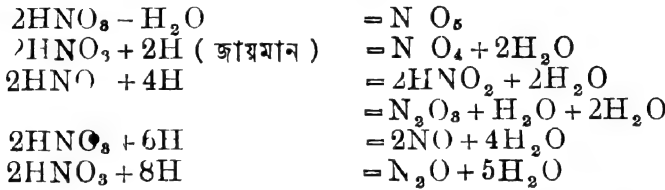
নাইট্রিক অ্যাসিডের (ক) অক্সকর এবং (খ) জ্বালক সম্বন্ধে একটি কবিতা উদাহরণ দাও।

## সপ্তদশ অধ্যায়

### নাইট্রোজেনের অক্সাইডসমূহ

#### ( Oxides of Nitrogen )

নাইট্রোজেনের পাঁচটি অক্সাইড জানা আছে যথা নাইট্রাস অক্সাইড ( $N_2O$ ) নাইট্রিক অক্সাইড ( $NO$ ) নাইট্রোজেন ট্রাই অক্সাইড ( $N_2O_3$ ) নাইট্রোজেন টেট্রা অক্সাইড ( $NO_2$ ) বা নাইট্রোজেন পার অক্সাইড ( $NO_2$ ) এবং নাইট্রোজেন পেন্ট অক্সাইড ( $N_2O_5$ )। ইহাবা প্রায় সকলই নাইট্রিক অ্যাসিডের বিজারণ হইতে উদ্ভূত হয়। কেবল নাইট্রোজেন পেন্ট অক্সাইড নাইট্রিক অ্যাসিড হইতে জল অপসারণ দ্বারা পাওয়া যায়।



নিম্নে নাইট্রাস অক্সাইড নাইট্রিক অক্সাইড ও নাইট্রোজেন পার অক্সাইড সম্বন্ধে কিছু আলোচনা করা হইল।

#### (ক) নাইট্রাস অক্সাইড ( Nitrous Oxide $N_2O$ )

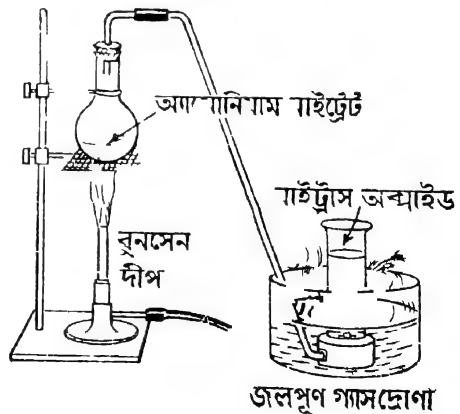
আণবিক ওজন 44

বাপীয় ঘনাক 22।

**প্রস্তুতি** একটি গান্ডলা বশিষ্ট ( round bottomed ) ফ্লাস্কে কিছুটা শুষ্ক

অ্যামোনিয়াম নাইট্রেট ( $NH_4NO_3$ )

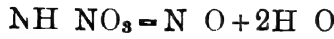
লইয়া তাহার মুখে একটি কক বা ছিপি লাগান হয়। ছিপিটিতে একটি মাত্র ছিদ্র করিয়া তাহাতে একটি নির্গম নল লাগান হয়। নির্গম নলের শেষপ্রান্ত একটি গ্যাস দ্রোণীতে গবম জল বাখিয়া জলের তলায় ডুবাইয়া দেওয়া হয়। একটি গ্যাসজাব গবমজল দ্বারা ভর্তি করিয়া উক্ত নলের মুখের উপর বসান



চিত্র ন 14

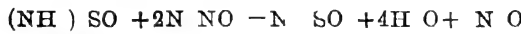
হয়। তাহার পব ফ্লাস্কটিকে তারজালির উপর লৌহদণ্ডে আটকাইয়া বসাইয়া

বুনসেন দীপ দ্বারা ২০০ সেন্টিগ্রেড উষ্ণতাব নীচে ধীরে ধীরে উত্তপ্ত করা হয়। অ্যামোনিয়াম নাইট্রেট প্রথমে গলিয়া যায় এবং পরে ইহা নাইট্রাস অক্সাইড ও জলে বিশ্লিষ্ট হয়।



উৎপন্ন নাইট্রাস অক্সাইড ঠাণ্ডা জলে দ্রাব্য। সেই কারণে গরম জল অপসারণ দ্বারা গ্যাসটি সংগৃহীত হয়।

**বিশেষ দ্রষ্টব্য** অ্যামোনিয়াম নাইট্রেটকে দুই তাড়াতাড়ি ২৫০ সেন্টিগ্রেডের উপর উত্তপ্ত করিলে বিস্ফোরণ ঘটিতে পারে। সেই কারণে অ্যামোনিয়াম নাইট্রেটের পরিবর্তে অ্যামোনিয়াম সলফেট ও সোডিয়াম নাইট্রেটের কঠিন মিশ্রকে উত্তপ্ত করা হয় এবং তখন প্রাপ্তে বিপবিবর্ত (double decomposition) দ্বারা অ্যামোনিয়াম নাইট্রেট উৎপন্ন হয় এবং সেই অ্যামোনিয়াম নাইট্রেট বিশ্লিষ্ট হইয়া ধীরে ধীরে নাইট্রাস অক্সাইড গ্যাস দিয়া থাকে।



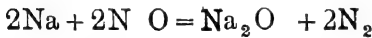
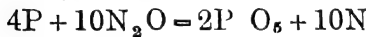
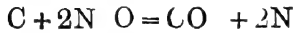
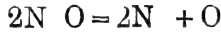
**নাইট্রাস অক্সাইডের ধর্ম** নাইট্রাস অক্সাইড বর্ণহীন সামান্য মিষ্টগন্ধ বিশিষ্ট গ্যাস। ইহা বায়ু অপেক্ষা প্রায় দেড়গু ভারী। ইহা ঠাণ্ডা জলে এবং অ্যালকোহলে অত্যধিক পরিমাণে দ্রব্য সেইজন্য এই গ্যাসটি গরম জল বা পান দ্বারা অপসারণ দ্বারা সংগ্রহ করা যায়। এই গ্যাসের জন্যে দ্রবণ লিটমাসের বর্ণের কোন পরিবর্তন ঘটায় না। অ্যাসিড বা ক্ষারক পদার্থের সম্মিলিত ২ বা কোন ক্রিয়া হয় না। সুতরাং নাইট্রাস অক্সাইড নাইট্রোজেনের একটি প্রশম (neutral) অক্সাইড।

শরীরের উপর নাইট্রাস অক্সাইডের ক্রিয়া পবিলক্ষিত হয়। বায়ুমিশ্রিত নাইট্রাস অক্সাইড স্বল্প পরিমাণে শ্বাসপ্রশ্বাসের সহিত গ্রহণ করিলে হান্ত উদ্বেক করে। সেইজন্য এই গ্যাসকে লাফি গ্যাস (laughing gas) বলে। অনেকক্ষণ ধরিয়া এই গ্যাস অবিমিশ্র অবস্থায় শ্বাসপ্রশ্বাসের সহিত গ্রহণ করিলে ইহা শরীরের স্বাভাবিক অবস্থা কবিতা দেয় সেইজন্য ইহা সামান্য অস্ত্রোপচারের সময় চৈতন্যনাশক বা অজ্ঞানকর (anaesthetic) রূপে ব্যবহৃত হয়। অতিরিক্ত পরিমাণে ইহা গ্রহণ করিলে মাহু্য অজ্ঞান হইয়া পড়ে এবং তাহার মৃত্যু পর্যন্ত ঘটিতে পারে।

নাইট্রাস অক্সাইড অক্সিজেনের মতই নিজে দাহ্য নহে কিন্তু অপবেদনে সহায়তা করে। শিখারীন কিন্তু আভাযুক্ত দীপ্ত কয়লা একটি নাইট্রাস অক্সাইড পূর্ণ জারের ভিতর ধবিলে উহা উজ্জ্বলভাবে জ্বলিতে থাকে। অল্প কক্ষফোলাস

বা জলন্ত গন্ধক বা প্রজ্জ্বলিত সোডিয়াম বা পটাসিয়াম নাইট্রাস অক্সাইড পূর্ণ জারের ভিত্তে উজ্জ্বলন চামচে করিয়া ধরিলে খুব উজ্জ্বলভাবে জ্বলিতে থাকে।

ইহার কাবণ অসুস্কা কবিলে দেখা যায় যে প্রকৃতপক্ষে এই সকল জলন্ত পদার্থের দহনদ্বারা উদ্ভূত তাপে নাইট্রাস অক্সাইড বিয়োজিত হইয়া নাইট্রোজেন এবং অক্সিজেন উৎপন্ন কবে। এই উৎপন্ন অক্সিজেনই উক্ত পদার্থগুলির দহনে সহায়তা কবে। বিয়োজিত নাইট্রাস অক্সাইডে অক্সিজেনের আয়তনিক পরিমাণ শতকরা ৪৪ ভাগ। কাজেই বিয়োজনদ্বারা উদ্ভূত নাইট্রোজেন ও অক্সিজেনের মিশ্রণে বায়ু অপেক্ষা অক্সিজেনের পরিমাণ বেশী। এইজন্য নাইট্রাস অক্সাইডে পদার্থগুলির দহন তীব্রভাবে এবং দ্রুতভাবে ঘটিয়া থাকে।



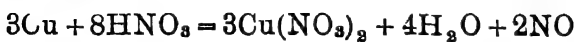
এইজন্য ক্ষীণভাবে প্রজ্জ্বলিত গন্ধকের টুকরা উজ্জ্বলন চামচে করিয়া নাইট্রাস অক্সাইড পূর্ণ একটি গ্যাসজারে নামাইয়া দিলে উহা নিভিয়া যায় কিন্তু ভালভাবে এবং উজ্জ্বলভাবে পুড়িতেছে একরূপ দ্রুত টুকরা উক্ত গ্যাসে আবণ্ড উজ্জ্বলভাবে জ্বলিতে থাকে। ইহা একমাত্র কাবণ প্রথম ক্ষেত্রে যথেষ্ট উত্তাপ বা পাওয়ার নাইট্রাস অক্সাইডের বিয়োজন সঘটিত হয় না এবং উপযুক্ত অক্সিজেনের অভাবে দহনকার্য বন্ধ হয়। কিন্তু দ্বিতীয় ক্ষেত্রে বিয়োজনের ফলে উৎপন্ন অক্সিজেন সূচুভাবে দহনকার্য ঘটাইয়া থাকে।

### (খ) নাইট্রিক অক্সাইড (Nitric Oxide NO)

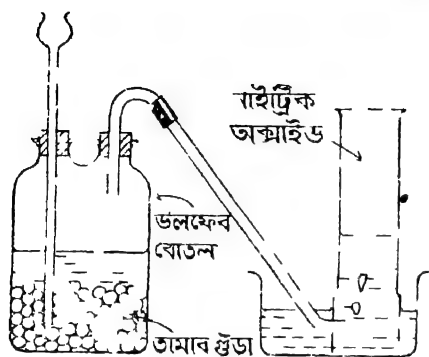
আণবিক ওজন 30

বাপ্পায় ঘনত্ব 15

**প্রস্তুতি** পরাফাগারে কপারের উপর একভাগ নাইট্রিক অ্যাসিডের সহিত দুইভাগ জল মিশাইয়া এই মিশ্রকে সাধারণ উষ্ণতায় ফ্রিয়া কবিত্তে দিলে নাইট্রিক অক্সাইড গ্যাস উৎপন্ন হয়।



একটি উলফ বোতলে কিছুটা কপারের ছিলা (Copper turnings) লওয়া হয়। উক্ত উলফ বোতলের একটি মুখে কৰ্ক লাগাইয়া কৰ্কের মধ্য দিয়া ছাঁদা



ও নাইট্রিক অ্যাসিডের দ্রবণ

চিত্র - 1৩

কবিতা একটি দীর্ঘনল ফানেল (thistle funnel) লাগান হয় এবং উক্তরূপে দ্বিতীয় মুখে কৰ্কের ভিতর দিয়া একটি বাকানো নির্গমন নল জুড়িয়া দেওয়া হয়। গাঢ় নাইট্রিক অ্যাসিড একটি বীকাবে লইয়া তা'র সহিত তা'র আয়তনের দ্বিগুণ আয়তন জল মিশান হয়। এই অ্যাসিডের দ্রবণকে দীর্ঘনল ফানেল দ্বারা বোতলের ভিতর ঢালিয়া

দেওয়া হয়। লক্ষ্য করিলে যে দীর্ঘনল ফানেলের শেষপ্রান্ত সকল সময়েই জল অ্যাসিডের দ্রবণের ভিতর ডুবিয়া থাকে। অ্যাসিডের দ্রবণ কপারের সহিত স্পর্শ আসামাত্রই নাইট্রিক অক্সাইড গ্যাস উৎপন্ন হয়। এই নাইট্রিক অক্সাইড গ্যাস বোতলের ভিতরে যে বায়ু থাকে তা'র সহিত ক্রিয়া কবিতা পিঙ্গলবর্ণের নাইট্রোজেন পার অক্সাইড গ্যাস উৎপন্ন করে।  $2\text{NO} + \text{O}_2 = 2\text{NO}_2$ । এই প্রকারে উৎপন্ন পিঙ্গলবর্ণ গ্যাসকে প্রথমে নির্গমন নল দিয়া বাহির হতে দেওয়া হয়। বোতলের ভিতরের সমস্ত অক্সিজেন এভাবে নিশেষিত হইলে বর্ণহীন নাইট্রিক অক্সাইড নির্গমন নল দিয়া বাহির হয়। তা'র নির্গমননের শেষপ্রান্ত গ্যাসড্রোপীস্ট্রী জলের ভিতর বািয়া উহা'র উপর জনপূর্ণ গ্যাসজাব উপুড় করিয়া রাখা হয়। জল অপসার দ্বারা নাইট্রিক অক্সাইড গ্যাস গ্যাসজাবে ভরে।

**জটিল্য** এই প্রস্তুতিতে লক্ষ্য রাখতে হবে যে উলফ বোতলটির সহিত যুক্ত অংশগুলি সম্পূর্ণ বায়ুনিকঙ্কন হয়।

**শোধন** এই গ্যাসের সহিত কিছু নাইট্রাস অক্সাইড এবং নাইট্রোজেন মিশ্রিত থাকে। এই অশুদ্ধ গ্যাস মিশ্রণ হইতে বিশুদ্ধ নাইট্রিক অক্সাইড পাইতে হইলে শীতল তরাস সলফেটের দ্রবণের ভিতর দিয়া উক্ত মিশ্রণকে অতিক্রম করা হলে কেবলমাত্র নাইট্রিক অক্সাইড শোধিত হয় এবং ঘোর বাদামীবর্ণের (brown) দ্রবণ পাওয়া যায়। উক্ত বাদামী দ্রবণে  $\text{FeSO}_4$ ,  $\text{NO}$  যোগটি গঠিত

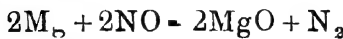
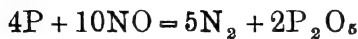
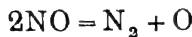
হয়। এই  $\text{FeSO}_4$ ,  $\text{NO}$  দুই স্থিত পদার্থ। সামান্য উত্তাপ প্রয়োগ করিলে পুনরায় নাইট্রিক অক্সাইড উৎপাদিত হয়। এই নাইট্রিক অক্সাইড গাঢ় সলফিউরিক অ্যাসিড দ্বারা শুষ্ক কবিতা গ্যাসজাবে পারদ অপসারণ দ্বারা স গ্রহণ করা হয় এবং এই নাইট্রিক অক্সাইড গ্যাস বিশুদ্ধ।

**বিশুদ্ধ নাইট্রিক অক্সাইড প্রস্তুতি** পটাসিয়াম নাইট্রেট ( $\text{KNO}_3$ ) ফেব্রুয়ারি সলফেট ( $\text{FeSO}_4$ ) এবং পাতলা সলফিউরিক অ্যাসিডের দ্রবণ একটি ফ্লাস্কে লইয়া উত্তপ্ত কবিলে বিশুদ্ধ নাইট্রিক অক্সাইড উৎপন্ন হয়। এই নাইট্রিক অক্সাইডকে গাঢ় সলফিউরিক অ্যাসিডে মধ্য দিয়া অতিক্রম করাইয়া শুষ্ক করা হয় এবং পারদ অপসারণ দ্বারা গ্যাসজাবে স গ্রহণ করা হয়।

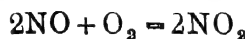
**নাইট্রিক অক্সাইডের ধর্ম** নাইট্রিক অক্সাইড বর্ণহীন গ্যাস। ইহা স্বাদ বা গন্ধ গ্রহণ করা যায় না। বায়ুর সস্পর্শে আসামাত্র পিচ্ছিলবর্ণের নাইট্রোজেন পান অক্সাইড রূপান্তরিত হয়। ইহা জলে অতি সামান্য দ্রবীভূত হয়।

হা বায়ু অপেক্ষা সামান্য ভারী। শরীরের উপর এর গ্যাসের বিষক্রিয়া আছে।

নাইট্রিক অক্সাইড একটি প্রায় (neutral) অক্সাইড। ইহা লিটমাসের বর্ণের কোন পরিবর্তন ঘটাইতে পারে না। ইহা নিজে অদাহ্য গ্যাস এবং সাধারণত অপেক্ষা দহন সহায়তা করে না। নাইট্রিক অক্সাইড পূর্ণ গ্যাসজাবে ভিতর জ্বালন্ত মোমবাতি বা পাকাটি ক্ষীণভাবে প্রজ্জ্বলিত সলফার বা ফসফোরাস দিলে উহা নির্বাপিত হইয়া যায়। কিন্তু উজ্জ্বলভাবে প্রজ্জ্বলিত ফসফোরাস বা ম্যাগনেসিয়ামের তাব এই গ্যাসে প্রবেশ করাইলে উহা বিস্ফোরণ না হওয়া পর্যন্ত অতি উজ্জ্বলভাবে জ্বলে। ইহার কারণ নাইট্রিক অক্সাইড নাইট্রোজেনের অত্যন্ত অক্সাইড অপেক্ষা সুস্থিত যৌগ। ইহা কম উষ্ণতায় বিয়োজিত হয় না কিন্তু উচ্চ উষ্ণতায় (1000 সেণ্টিগ্রেড বা তদূর্ধ্ব) বিশ্লিষ্ট হইয়া নাইট্রোজেন এবং অক্সিজেন দেয় এবং এই উৎপন্ন অক্সিজেন দহনকার্যে সহায়তা করে।



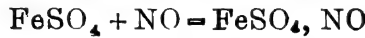
নাইট্রিক অক্সাইড অক্সিজেনের সহিত সহজেই ক্রিয়া কবিতা নাইট্রোজেন পার অক্সাইডের বাদামী ধোঁয়া উৎপন্ন করে—



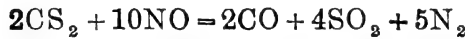


একটি নাইট্রিক অক্সাইড পূর্ণ গ্যাসজাবেক্স মুখব ঢাকনি খুলিয়া দিলে তৎক্ষণাৎ বায়ুর অক্সিজেনেব সহিত ক্রিয়ার ফলে বাদামী ব এর ধোয়া দেখা দেয়।

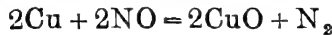
নাইট্রিক অক্সাইড শীতল ফেরাস সলফেটের দ্রবণে সহজে দ্রবীভূত হয় এবং বাদামী র এর দৃষ্টিত যৌগ  $\text{FeSO}_4 \cdot \text{NO}$  এর দ্রবণ উৎপন্ন করে। দ্রবণ উত্তপ্ত করিলে নাইট্রিক অক্সাইড দ্রবণ হইতে বাহির হইয়া আসে।



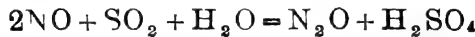
কার্বন ডাই সালফাইডেব বাষ্প ও নাইট্রিক অক্সাইডের মিশ্রণ অগ্নিস যোগ করিলে ইহা উজ্জ্বল নীল শিখা ব সহিত জ্বলিতে থাকে। একটি নাইট্রিক অক্সাইড পূর্ণ গ্যাসজারে ঢাকনা সবাইয়া ছুই তিন ফোটা কার্বন ডাই সালফাইড ফেলিয়া গ্যাস জারটিতে পুনরায় ঢাকনা ভালভাবে লাগাইয়া ঝাঁকাইয়া লইয়া ঢাকনা সবাইয়া অগ্নিস যোগ করা হয়। উজ্জ্বল নীল শিখাব সহিত মিশ্রণটি জ্বলিতে থাকে।



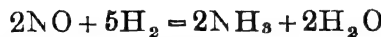
উত্তপ্ত কপাব বা আষবাণেব উপব দিয়া নাইট্রিক অক্সাইড গ্যাস অতিক্রম করাইলে উহা বিজারিত হয় এবং নাইট্রোজেন গ্যাস পাওয়া যায়।



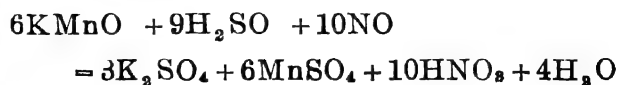
সলফার ডাই অক্সাইডেব দ্রবণের ভিতব দিয়া নাইট্রিক অক্সাইড গ্যাস অতিক্রম করাইলে নাইট্রিক অক্সাইড বিজারিত হইয়া নাইট্রাস অক্সাইড উৎপন্ন হয়।



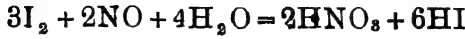
নাইট্রিক অক্সাইডের সহিত হাইড্রোজেন গ্যাস মিশাইয়া উত্তপ্ত প্রাটিনামযুক্ত অ্যাসবেস্টসের উপব দিয়া অতিক্রম করাইলে নাইট্রিক অক্সাইড বিজারিত হইয়া অ্যামোনিয়া গ্যাস উৎপন্ন হয়।



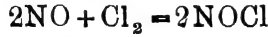
সলফিউবিক অ্যাসিড যুক্ত পটাসিয়াম পারম্যাঙ্গানেটেব দ্রবণের ভিতর দিয়া নাইট্রিক অক্সাইড অতিক্রম করাইলে উহা জারিত হইয়া নাইট্রিক অ্যাসিড গঠন করে। পারম্যাঙ্গানেটের বর্ণও চলিয়া যায়।



অ্যামোনিয়ার দ্রবণও নাইট্রিক অক্সাইডকে জারিত করে।



নাইট্রিক অক্সাইড ও ক্লোরিন ক্রিয়া করিয়া নাইট্রোসিল ক্লোরাইড উৎপন্ন করে।



**ব্যবহাৰ** বাকল্যাণ্ড ও আইড প্রণালীতে উৎপন্ন নাইট্রিক অক্সাইড হইতে একসময়ে নাইট্রিক অ্যাসিড প্রস্তুত করা হইত। এক্ষণে অ্যামোনিয়াম জাবণ দ্বারা উৎপন্ন নাইট্রিক অক্সাইড হইতে নাইট্রিক অ্যাসিড প্রস্তুত করা হয়। প্রকোষ্ঠ পদ্ধতিতে (Chamber process) সলফিউবিক অ্যাসিড প্রস্তুত কবিত্তে নাইট্রিক অক্সাইড অমুঘটক হিসাবে প্রযোজন হয়।

(গ) নাইট্রোজেন টেট্রাক্সাইড বা পাব-অক্সাইড

( Nitrogen tetroxide or peroxide  $N O_4$  or  $NO$  )

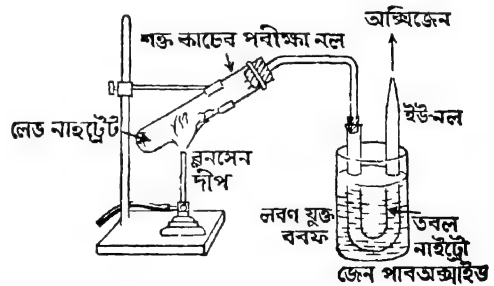
আণবিক ওজন 92 বা 46

বাষ্পীয় ঘনত্ব 46 বা 23

**প্রস্তুতি** লেড নাইট্রেটকে [ Lead nitrate  $Pb(NO_3)_2$  ] উত্তপ্ত করিয়া নাইট্রোজেন পাব অক্সাইড পরীক্ষাগারে প্রস্তুত করা হয়।



একটি শক্ত ও মোটা কাচনলে গুঁড় ও গুঁড়া লেড নাইট্রেট লওয়া হয়। কাচ নলের মুখটি কক দিয়া বন্ধ করা হয়। উক্ত ককে একটি ছায়া দা কবিয়া একটি বাকানো নির্গম নল লাগাইয়া দেওয়া হয়। নির্গম নলটির অপব প্রান্ত একটি U নলের সহিত সংযুক্ত কবিয়া দেওয়া হয়। U নলটিকে একটি ববফ ও লবণের হিমমিশ্রণ (freezing mixture) ভিতব রাখা হয়। লেড নাইট্রেট সহ শক্ত ও মোটা কাচনলটিকে একটি লোহার দণ্ডে একটু উল্লম্বুখী করিয়া বাকানো আ টাব দ্বারা আটকাইয়া দেওয়া হয়। তাহাব পব বুনসেন দাঁপ দ্বারা নলটিকে আন্তে আন্তে উত্তপ্ত কবা হয়। লাল ব এব নাইট্রোজেন পার অক্সাইড গ্যাস ও অক্সিজেন নির্গম নল দিয়া বাহির হইয়া আসিয়া U নলে যায়। শীতল U নলে নাইট্রোজেন



চিত্র নং 16

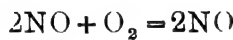
আটকাইয়া দেওয়া হয়। তাহাব পব বুনসেন দাঁপ দ্বারা নলটিকে আন্তে আন্তে উত্তপ্ত কবা হয়। লাল ব এব নাইট্রোজেন পার অক্সাইড গ্যাস ও অক্সিজেন নির্গম নল দিয়া বাহির হইয়া আসিয়া U নলে যায়। শীতল U নলে নাইট্রোজেন

পাৰ অক্সাইড সামান্য হবিদ্রাভ তরলে রূপান্তরিত হইয়া জমা হয় এবং অক্সিজেন U নলেব খোলা মুখ দিয়া বাহির হইয়া যায়। U-নলেব খোলা মুখে অক্সিজেনের অস্তিত্ব প্রমাণ করিতে হইলে উক্ত স্থানে একটি প্রায় নির্বাণোন্মুক্ত জলস্ত পাকাটি ধরিলে উহা পুৰাবায় উজ্জ্বলভাবে জলিয়া উঠিবে। শক্ত কাচনলেব হলুদ রঙএব লেড মনোক্সাইড PbO পড়িয়া থাকে।

পৰীক্ষাগারেব এই প্রালা ছাড়াও অল্পভাবে নাইট্রোজেন পাৰ অক্সাইড উৎপাদন কৰা যায়। তন্মধ্যে কপাৰের উপর গাঢ় নাইট্রিক অ্যাসিডেব ক্রিয়াই প্রধান।



নাইট্রিক অক্সাইড ও অক্সিজেন মিশাইলেও না ট্রোজেন পাৰ অক্সাইড উৎপন্ন হয়।

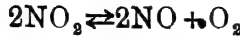


নাইট্রোজেন পাৰ-অক্সাইডেব ধম নাইট্রোজেন টেট্রাক্সাইড সাধারণ উষ্ণতায় একটি পিঙ্গলবর্ণ গ্যাসীয় পদার্থ। কিন্তু -৭ সেন্টিগ্রেড উষ্ণতায় ইহা বর্ণহীন স্ফটিকাকার কঠিন পদার্থে রূপান্তরিত হয়। এর বর্ণহীন পদার্থেব অণুগুলি  $\text{N}_2\text{O}_4$  অবস্থায় থাকে। উষ্ণতা বৃদ্ধি করিলে ইহা ঈষৎ হলুদ বর্ণেব একটি তরল পদার্থে পরিণত হয়। উহা বৃদ্ধিবে সঙ্গে সঙ্গে ইহাব বর্ণও যথাক্রমে কমলালেবুবেব (orange) এবং লালচে হয়। 22 সেন্টিগ্রেড উষ্ণতায় তরলটি ফুটিতে আরম্ভ কবে এবং পিঙ্গল বর্ণেব গ্যাস উৎপন্ন হয়। ইহাব উপর উষ্ণতা ক্রমশ বাড়াইলে গ্যাসেব ব ও অধিকতর লাল হইতে থাকে। ইহার কারণ উষ্ণতা বৃদ্ধিপ্রাপ্ত হইলে  $\text{N}_2\text{O}_4$  অণুগুলি ভাঙ্গিয়া  $\text{NO}_2$ তে রূপান্তরিত হয়।

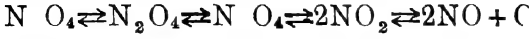


$\text{N}_2\text{O}_4$  অণুগুলি বর্ণহীন কিন্তু  $\text{NO}_2$  অণুগুলি গাঢ় লালবর্ণের। 140 সেন্টিগ্রেড উষ্ণতায়  $\text{N}_2\text{O}_4$  অণুগুলি সম্পূর্ণভাবে বিয়োজিত হইয়া  $\text{NO}_2$  অণুতে রূপান্তরিত হয়। এই বিষয়টি বিভিন্ন উষ্ণতায় গ্যাসেব বাষ্পীয় ঘনত্ব নিরূপণ দ্বারা স্থিরীকৃত হইয়াছে। এই সময়ে গ্যাসের বর্ণ সর্বাপেক্ষা গাঢ় হয়। আরও উত্তাপ দিলে গ্যাসের রং ফিকে হইতে থাকে। কারণ উত্তাপে  $\text{NO}_2$  অণু বিয়োজিত হইয়া নাইট্রিক অক্সাইড ও অক্সিজেন উৎপন্ন হয়। 620 সেন্টিগ্রেড উষ্ণতায় নাইট্রোজেন পাৰ অক্সাইড সম্পূর্ণরূপে ভাঙ্গিয়া যায় এবং গ্যাসটি একেবারে বর্ণহীন হইয়া যায়।

## নাইট্রোজেনের অক্সাইডসমূহ

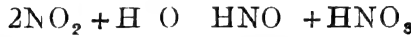


উষ্ণতা কমাইলে বিক্রিয়াগুলি বিপরীত দিকে ঘটিয়া থাকে।

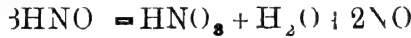


( কঠিন ) ( তবল ) (গ্যাস )

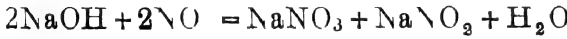
নাইট্রোজেন পাব অক্সাইড জল দ্রবীভূত হয় এবং জলের সহিত ক্রিয়া কবিশ্য নাইট্রাস ও নাইট্রিক অ্যাসিড উৎপাদন কবে।



উষ্ণতা একটু বাড়াইলে নাইট্রাস অ্যাসিড ত্যাগিয়া যায় এবং উহা হইতে নাইট্রিক অ্যাসিড ও নাইট্রিক অক্সাইড উৎপন্ন হয়।



কঠিক সোডাশ দ্রবণে বা গাঢ় সলফিউবিক অ্যাসিডে নাইট্রোজেন পাব অক্সাইড শোষিত হয়। কঠিক ফ্রাবকের সতি ক্রিয়ার ফলে নাইট্রেট ও নাইট্রাইট উৎপন্ন হয়।

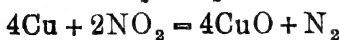
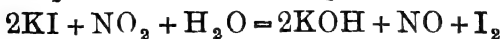
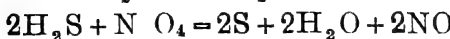


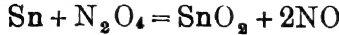
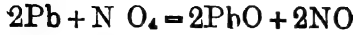
সলফিউবিক অ্যাসিডের সহিত ইহাব বিক্রিয়ায় নাইট্রোসো সলফিউবিক অ্যাসিড উৎপন্ন হয়।



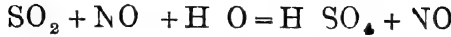
নাইট্রোজেন পাব অক্সাইড অদাহ্য এবং সাধারণ উষ্ণতায় এই গ্যাস অপবের দহনের সহায়ক নয়। কিন্তু অধিক উষ্ণতা। গ্যাসটি বিষাক্তিত হইয়া অক্সিজেন দেয় এবং এই উৎপন্ন অক্সিজেন দহনকায়ে সাহায্য কবে। এই কারণে ভালভাবে প্রচ্ছলিত ফসফোবাস ও পটাসিয়াম এই গ্যাসে দিলে জ্বলিতে থাকে।

নাইট্রোজেন পাব অক্সাইড একটি ক্ষবক। সাধারণ উষ্ণতায় ইহা কার্বন মনোক্সাইড নাইট্রোজেন সলফাইড ও পটাসিয়াম আয়োডাইডকে জাবিত করে এবং লোহিত তপ্ত কপাব বা উত্তপ্ত লেড এবং টিনকে জাবিত কবিশ্য তাহাদের অক্সাইড উৎপাদন কবে।

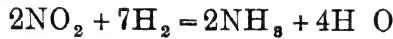




নাইট্রোজেন পাব অক্সাইড সালফার ডাই অক্সাইডের জন্মেব দ্রবণকে জারিত করিয়া সলফিউবক অ্যাসিডে পবিণত করে।



উত্তম প্লাটিনাম অমূষণিক হিসাবে ব্যবহার করিয়া তাহাব উপর দিয়া নাইট্রোজেন পাব অক্সাইড ও হাইড্রোজেনেব মিশ্রণকে অতিক্রম করাইলে  $\text{NO}_2$  বিজাবিত হইয়া অ্যামোনিয়াতে পবিণত হয়।



### Questions

1 Name the oxides of nitrogen with their formulae Describe with equations the action of (a) water and (b) caustic potash solution on these oxides of nitrogen

১। নাইট্রোজেনেব অক্সাইড এলিব নাম স কৈত সহকাৰে উল্লেখ কৰ। এই অক্সাইড ৪ এলিব উপর (ক) জলেব এব (খ) কষ্টিক পটাশেব দ্রবণেব বিক্রিয়া সমীকরণ সহকাৰে বর্ণনা কর।

2 Describe the method of preparation of nitrous oxide in the pure state State its properties and uses

২। নাইট্রাস অক্সাইড বিশুদ্ধ অবস্থাবে প্রস্তুত কবাব প্রণালী বর্ণনা কব। উহাব ধর্ম ও ব্যবহার উল্লেখ কব।

3 Prove that nitrous oxide is a compound of nitrogen and oxygen and not a mixture of the two

৩। নাইট্রাস অক্সাইড যে নাইট্রোজেন এব অক্সিজেনেব যৌগ এবং উক্ত গ্যাসদ্বয়েব মিশ্রণ নয তাহা প্রমাণ কব।

4 How is nitric oxide prepared in the laboratory? Describe with equations the reactions of nitric oxide with (a) oxygen (b) ferrous sulphate and (c) sulphur dioxide

৪। নাইট্রিক অক্সাইড কিতাবে পরীক্ষাগারে প্রস্তুত কবা হয়? নাইট্রিক অক্সাইড (ক) অক্সিজেন (খ) ফেরাস সালফেট এবং (গ) সলফার ডাই অক্সাইডেব সহিত কিতাবে ক্রিয়া করিয়া থাকে তাহা সমীকরণ সহকাৰে বর্ণনা কর।

5 Connect correctly the statements in Column I with the statements in Column II —

Column I	Column II
(a) By the action of concentrated nitric acid on copper	nitrogen is evolved
(b) Oxygen produces brown fumes with	is extinguished when placed in jar containing nitric oxide
(c) When Ammonium nitrate is heated	due to its reactions with nitric oxide
(d) Feebly burning sulphur	when shaken with carbon disulphide and ignited
(e) Nitric oxide burns with a blue flame when	nitrogen peroxide is evolved

৫। ১নং স্তম্ভের উক্তিগুলির সহিত ২নং স্তম্ভের উক্তিগুলি সংযুক্ত কর —

১নং স্তম্ভ

২নং স্তম্ভ

- (ক) কপারের উপর ঘন নাইট্রিক অ্যাসিডের বিক্রিয়া ফলে
- (খ) অক্সিজেন বাদামী ধোঁয়া উৎপন্ন করে
- (গ) অ্যামোনিয়াম নাইট্রাইট উত্তপ্ত করিলে
- (ঘ) সামান্যভাবে প্রজ্জ্বলিত গন্ধক
- (ঙ) নাইট্রিক অক্সাইড নীল আভাযুক্ত
- নাইট্রোজেন উৎপন্ন হয়।
- নাইট্রিক অক্সাইডের ভিতর ধবিলে নিভিয়া যায়।
- নাইট্রিক অক্সাইডের সহিত বিক্রিয়া ফলে।
- কার্বন ডাই সালফাইডের সহিত মিশাইয়া ঝাঁকাইয়া জ্বলিয়া দিলে।
- নাইট্রোজেন পাব অক্সাইড উৎপন্ন হয়।
- শিখার সহিত জলে।

## অষ্টাদশ অধ্যায়

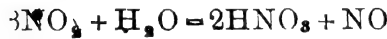
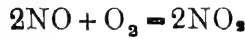
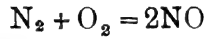
### নাইট্রোজেন-চক্র ( Nitrogen Cycle )

প্রকৃতিতে একটি সুনিয়ন্ত্রিত নাইট্রোজেন চক্রের অস্তিত্ব দেখিতে পাওয়া যায়। নাইট্রোজেন মৌল যথেষ্ট পরিমাণে বায়ুতে বর্তমান। আবার নাইট্রোজেন মৌল হইতে উৎপন্ন একটি যৌগ পদার্থ প্রাণী ও উদ্ভিদ দেহে বহু পরিমাণে দেখিতে পাওয়া যায় এই যৌগ পদার্থটি **প্রোটিন ( Protein )** নামে অভিহিত হয়। বস্তুত এই প্রোটিন ব্যতীত প্রাণিজগতের অস্তিত্ব বা বৃদ্ধি মোটেই সম্ভব হয় না। প্রোটিন প্রাণী ও উদ্ভিদ দেহের একটি অপরিহার্য উপাদান। ইহা কার্বন নাইট্রোজেন অক্সিজেন ও নাইট্রোজেনের যৌগ। প্রাণীরা বাতাসের নাইট্রোজেনকে অথবা কোন নাইট্রোজেনের যৌগের নাইট্রোজেন দেহাভ্যন্তরে লইয়া সবাসবি প্রোটিনে পরিবর্তিত করিতে পারে না। এই প্রোটিন পাঠিতে প্রাণিগণকে উদ্ভিদের উপর নির্ভর করিতে হয়। মা সাদী প্রাণীবা যে সমস্ত প্রাণীবা দেহ ভক্ষণ করে তাহাদের মধ্যস্থিত প্রোটিন গ্রহণ করিয়া দেহ গঠন করে। উদ্ভিদেবা হয় উর্বরা ভূমিতে অবস্থিত দ্রাব্য নাইট্রেট হইতে নাইট্রোজেন আহরণ করিয়া প্রোটিন রূপান্তরিত করে অথবা কতকগুলি উদ্ভিদ সরাসরি বায়ুস্থিত নাইট্রোজেন তাহাদের শিকড়ে অবস্থিত জীবাণু বা ব্যাক্টেরিয়া ( Bacteria ) দ্বারা তাহাদের গ্রহণযোগ্য নাইট্রোজেনের যৌগ পরিবর্তিত হইলে সেই যৌগ হইতে নাইট্রোজেন লইয়া প্রোটিন গঠন করে। নাইট্রোজেন অপ্রাকৃতিক নিষ্ক্রিয় মৌল। সেই কারণে বায়ুস্থিত নাইট্রোজেন যদিও বাসপ্রস্থানের সহিত প্রাণীবা গ্রহণ করে তাহাও কিন্তু সরাসরি জীবদেহে অল্প মৌলের সহিত উহার মিশ্রণ ঘটাইয়া উহাকে নাইট্রোজেনের যৌগ পরিবর্তিত করিতে পারে না।

প্রকৃতিতে বায়ুস্থ নাইট্রোজেন হইতে যেভাবে উর্বরা ভূমিতে নাইট্রোজেনের দ্রাব্য যৌগ উৎপন্ন হয় তাহার বিবরণ নিম্নে দেওয়া হইল।

(ক) উল্লেখ অবস্থিত বায়ুর ভিতর দিয়া অহরহ উচ্চভোনে যে তড়িৎমোক্ষণ হইতেছে তাহা দ্বারা এবং সূর্যকিরণের বাসায়নিক ক্রিয়া দ্বারা সঘটিত নাইট্রোজেন ও অক্সিজেনের বিক্রিয়ার ফলে নাইট্রোজেনের অক্সাইড ( নাইট্রিক অক্সাইড  $\text{NO}$  )

উৎপন্ন হয়। এই নাইট্রিক অক্সাইড অতিবিক্রম অক্সিজেনের সহিত ক্রিয়া করিয়া নাইট্রোজেন পার অক্সাইডে রূপান্তরিত হয়। পবে বৃষ্টির জলে দ্রবীভূত হইয়া উই মাটিতে পড়ে এব নাইট্রিক অ্যাসিড ভাবে আসিয়া মাটিতে অবস্থিত সোডিয়াম বা পটাসিয়াম ঘটিত ক্ষারকের সহিত ক্রিয়া করিয়া নাইট্রেট উৎপন্ন করে। এই নাইট্রেট উদ্ভিদ তাহার শিকড় দিয়া গ্রহণ কবে এব তাহা হইতে তাহাব দেহাভ্যন্তরে প্রোটিন উৎপাদন কবে। প্রায় প্রতিদিন এইভাবে সমস্ত পৃথিবী ব্যাপিয়া গড়ে 250 000 টন বা ( 250 000 × 27 ম। ) নাইট্রিক অ্যাসিড বায়ুমণ্ডলের নাইট্রোজেন ও অক্সিজেন এব জলের হাইড্রোজেন হইতে উৎপন্ন হইয়া মাটিতে আসিয়া পড়ে।



(খ) সিম জাতীয় উদ্ভিদেব ( Leguminosae plants যথা ছোলা মটর সিম প্রভৃতি ) শিকড় একপ্রকার গুটি (nodules) থাকে। উক্ত গুটিতে একপ্রকার জীবাণু ( bacteria ) বাস কবে। উক্ত জীবাণু উদ্ভিদগুলিব নিকট হইতে তাহাদেব খাণ্ডবস্তু পায় এব তাহাব পবিবতে তাহাবা বায়ুর নাইট্রোজেন হইতে উদ্ভিদেব খাদ্যোপযোগী জৈব ( Organic ) পদার্থ উ পাদন কবিয়া উদ্ভিদগুলির খাণ্ডেব ব্যবস্থা কবে। এইজন্ত এই প্রকাবের জীবাণুলিকে বন্ধুস্বত্রে আবদ্ধ (symbiotic) জীবাণু বলে। অনেক সময় জমিতে নাইট্রোজেনঘটিত সাব প্রয়োগেব জন্ত ৭টব কলাই বববটি প্রচৃতিব গাছ উৎপন্ন করিয়া ফল হওয়াব পব গাছগুলি কাটিয়া লইয়া শিকড়গুলিকে জমিতে রািয়া লাঙ্গল দিয়া জমি চষিয়া মাটিব সহিত মিশাইয়া দেওয়া হয়। এইভাবে শিকড়ে অবস্থিত নাইট্রোজেন যোগ মাটিতে সাবের কার্যে ব্যবহৃত হয়।

আবাব প্রাণীদেহেব মলমূত্রাদিব সহিত বহির্গত নাইট্রোজেন যোগেব পচনে এব জীবজন্তুর মৃতদেহের ও উদ্ভিদেব পচনে প্রোটিনেব বিশ্লেষণে অ্যামোনিয়া উৎপন্ন হয়। এই অ্যামোনিয়া জমিতে অবস্থিত নাইট্রোসিফাই ( nitrosifying ) জীবাণু দ্বারা নাইট্রাস অ্যাসিড তথা নাইট্রাইটে ( জমির ক্ষারের সহিত ক্রিয়ার ফলে উৎপন্ন ) প্রথমে রূপান্তরিত হয় এব পরে নাইট্রিফাই ( nitrifying ) জীবাণুর



ক্রিয়া দ্বারা নাইট্রাইট নাইট্রেটে পরিণত হয়। সেই নাইট্রেটের কতকটা আবার উদ্ভিদেবা দেহসাৎ কবে এবং কতকটা ডিনাইট্রিফাই (denitrifying) জীবাণু দ্বারা পুনরায় মুক্ত নাইট্রোজেনে পরিণত হইয়া বায়ুমণ্ডলে ফিরিয়া যায়।

এই স্বত নিয়ন্ত্রিত প্রাকৃতিক প্রক্রিয়াগুলির ফলে প্রকৃতিতে বায়ু হইতে নাইট্রোজেন মাটিতে, মাটি হইতে উদ্ভিদে, উদ্ভিদ হইতে প্রাণীতে উদ্ভিদ ও প্রাণীর দেহ হইতে পুনরায় মাটিতে এবং মাটি হইতে বায়ুতে ফিরিয়া আসে। এই স্বত নিয়ন্ত্রিত প্রক্রিয়াকে **নাইট্রোজেন চক্র** (Nitrogen Cycle) বলে। (৮২ পৃষ্ঠা দেখ)। এই সকল প্রক্রিয়া এরূপ সুসম্বন্ধে যে বায়ুতে নাইট্রোজেনের পরিমাণ সবসময়ে একই থাকে।

**নাইট্রোজেন বন্ধন (Fixation of Nitrogen)** বর্তমানে পৃথিবীতে সাব হিসাবে ব্যবহার কবিবার জন্ত নাইট্রোজেন যোগের চাহিদা অতিশয় বৃদ্ধিপ্রাপ্ত হইয়াছে। তাহাব কাবণ একদিকে বর্তমান সভ্যতার ফলস্বরূপ প্রাণীদের মলমূত্রাদি ধুইয়া সমুদ্রজলে ফেলিয়া দেওয়া হয় এবং পৃথিবীর লোকসংখ্যা বৃদ্ধিপ্রাপ্ত হওয়ায় জমি হইতে নিয়তই অধিক ঋণশস্য উৎপাদন কবাব ফলে প্রকৃতিব নাইট্রোজেন চক্র আর জমিতে প্রয়োজনানুরূপ নাইট্রোজেন যোগ সবববাহ করিতে পারিতেছে না। সেইজন্য জমির উৎপাদনা শক্তি বৃদ্ধির জন্ত কৃত্রিম উপায়ে উৎপাদিত নাইট্রোজেন যোগ যথা অ্যামোনিয়াম সলফেট বা নাইট্রেট সার হিসাবে জমিতে দেওয়াই প্রয়োজন হইয়া পড়িয়াছে।

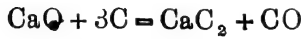
স্বাধীন জাতিব স্বাধীনতা বক্ষাব জন্ত সমবোপকরণ বর্তমানযুগে বিমো প্রয়োজন। বিস্ফোরক পদার্থগুলি প্রধান সমবোপকরণ এবং অধিকাংশ বিস্ফোরক পদার্থ নাইট্রিক অ্যাসিড ব্যবহার কবিয়া প্রস্তুত হয়। সেই কাবণে নাইট্রিক অ্যাসিডের পণ্য উৎপাদন বৃদ্ধি কবাব প্রয়োজন হইয়াছে। পূর্বে খনিজ নাইট্রেট হইতে নাইট্রিক অ্যাসিড প্রস্তুত হইত, কিন্তু খনিজ নাইট্রেটের পরিমাণ বর্তমান চাহিদা মিটাইবার পক্ষে সূপ্রচুর নয়। তাই বর্তমানে বায়ুর নাইট্রোজেন হইতে আবশ্যকীয় নাইট্রোজেন যোগ উৎপাদন করা হইতেছে। এই সকল নাইট্রোজেন যোগ উৎপাদনের পদ্ধতিগুলিকে **নাইট্রোজেন বন্ধন** নামে অভিহিত করা হয়।

বর্তমানে অ্যামোনিয়া উৎপাদনের হেবার পদ্ধতি ও সায়ানামাইড (cyanamide) পদ্ধতি বিশেষভাবে প্রচলিত।

(ক) হেবার পদ্ধতি পূর্বে অ্যামোনিয়ার ভিত্তব ইহার বর্ণনা দেওয়া হইয়াছে। (পৃ ৩ দেখ)।

(খ) অস্টওয়াল্ড পদ্ধতি এই পদ্ধতিতে হেবার পদ্ধতি প্রয়োগে উৎপন্ন অ্যামোনিয়া হইতে নাইট্রিক অ্যাসিডের পণ্য উৎপাদন সম্পন্ন করা হয়। এই পদ্ধতিটিও নাইট্রিক অ্যাসিডের ভিত্তব বর্ণিত হইয়াছে। (পৃ ৪৭ দেখ)।

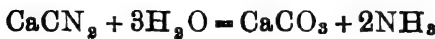
(গ) সাযানামাইড পদ্ধতি এই পদ্ধতিতে প্রথমে তড়িৎ চুল্লীতে ( Electric Furnace ) চূনাপাথব (Limestone) ও কোক কয়লা প্রচণ্ড উত্তাপে উত্তপ্ত করিয়া ক্যালসিয়াম কার্বাইড ( Calcium Carbide  $\text{CaC}_2$  ) উৎপন্ন করা হয়।



এই প্রকারে উৎপন্ন ক্যালসিয়াম কার্বাইডকে গুড়া করিয়া তাহার সহিত শতকরা দশভাগ ক্যালসিয়াম ক্লোরাইড মিশাইয়া একটি লৌহ নির্মিত ড্রামে ( drum ) লওয়া হয়। তাহার ভিত্তব একটি কার্বনের দণ্ড দ্বারা তড়িৎ প্রবাহ চালনা করিয়া উক্ত মিশ্রণকে 1100 সেণ্টিগ্রেড উষ্ণতায় উত্তপ্ত করা হয় এবং বিদ্যুৎ শক্ত নাইট্রোজেন উহার উপর দিয়া অতিক্রম করান হয়। নাইট্রোজেন ক্যালসিয়াম কার্বাইড দ্বারা শাষিত হইয়া ক্যালসিয়াম সাযানামাইড উৎপন্ন করে

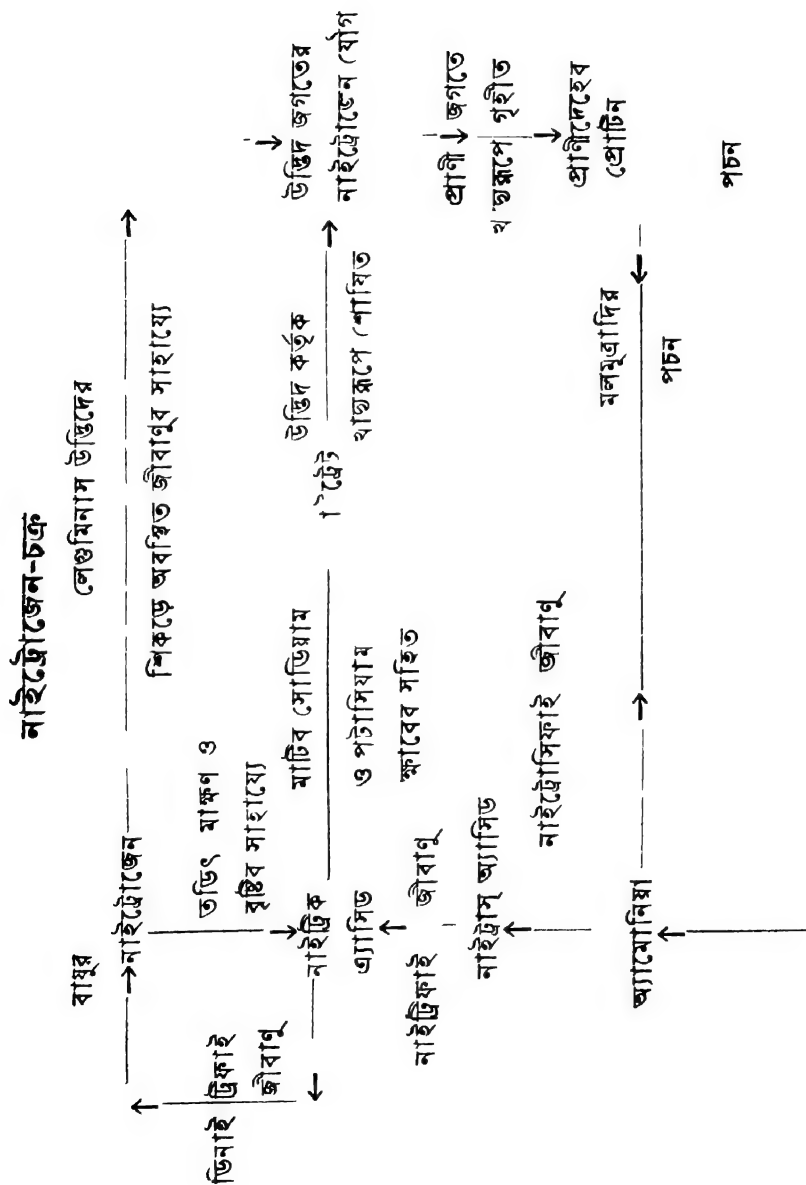


কার্বন গ্র্যাফাইট ভাবে মুক্ত হইয়া ক্যালসিয়াম সাযানামাইডের সহিত মিশিয়া থাকে। এই ক্যালসিয়াম সাযানামাইড ও গ্র্যাফাইটেব মিশ্রণ বাজারে নাইট্রোলিম বা নাইট্রোলাইম ( Nitrolim or Nitrolime ) নামে সাব হিসাবে বিক্রয় হয়। জমিতে প্রয়োগ করিলে ভূমিস্থিত জলের সহিত বিক্রিয়ার ফলে ক্যালসিয়াম সাযানামাইড হইতে অ্যামোনিয়া উৎপাদিত হয়।

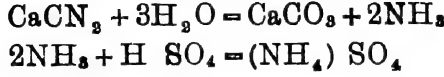


এই অ্যামোনিয়া জমিতে অবস্থিত নাইট্রোসিফাই ও নাইট্রিকাই জীবাণুর ক্রমিক বিক্রিয়ার ফলে নাইট্রেটে রূপান্তরিত হয় এবং তখন উদ্ভিদের খাদ্য হিসাবে কার্য করে।

সকল প্রক্রিয়া এরূপ সুস্বচ্ছ যে বায়ুতে নাইট্রোজেনের পরিমাণ সর্বশময়ে একই থাকে।



সময় সময় ক্যালসিয়াম সায়ানাইড হইতে অটোক্লেভে ( Autoclave ) উচ্চ চাপে স্টিমের সহিত বিক্রিয়া ঘটাইয়া অ্যামোনিয়া উৎপাদন করা হয়। সেই অ্যামোনিয়া হইতে অ্যামোনিয়াম সলফেট প্রস্তুত করিয়া জমিতে সার হিসাবে দেওয়া হয়।



### Questions

- 1 Write what you know about the Nitrogen Cycle in nature
- ১। প্রকৃতিতে বর্তমান নাইট্রোজেন চক্র সম্বন্ধে যাহা জ্ঞান লিখ।
- 2 What do you understand by Fixation of nitrogen ? Describe the different methods employed for fixation of nitrogen
- ২। নাইট্রোজেন বন্ধন বলিতে কি বুঝায় ? নাইট্রোজেন বন্ধনের বিভিন্ন পদ্ধতিগুলি সংক্ষেপে বর্ণনা কর।

---

## উনবিংশ অধ্যায়

### (ক) ফস্ফোরাস (Phosphorus)

সঙ্কেত—P আণবিক সঙ্কেত— $P_4$  পারমাণবিক ওজন—31 গলনাঙ্ক—  
44.1 °C স্ফুটনাঙ্ক—280.5 °C

**ফস্ফোরাস আবিষ্কারের কাহিনী** —পরশ পাথরের সন্ধানে রত থাকা কালীন অ্যালকেমিস্ট ব্র্যাণ্ড 1674 খৃষ্টাব্দে প্রথম ফস্ফোরাস আবিষ্কার করেন। তিনি মূত্রের জলীয় অংশ প্রথমে তাপপ্রয়োগে বাষ্পীভূত করিয়া তাড়াইয়া অবশিষ্ট কঠিন অংশেব সহিত বালি এবং সম্ভবত কয়লার গুড়া মিশাইয়া পাতনক্রিয়া সম্পাদন করিয়া ফস্ফোবাস প্রাপ্ত হন। ফস্ফোবাস নাম দেওয়াব কাবণ এই যে, ইহা স্বত ই আলোক বিকিরণ করে অ্যালকেমিস্ট ব্র্যাণ্ড ফস্ফোবাস তৈয়ারীর প্রণালীটিব বহুস্ত্র ক্র্যাফটকে বিক্রয় করেন এবং ক্র্যাফট ফস্ফোবাস তৈয়ারী করিয়া ইলঙের রাজা দ্বিতীয় চার্লসেব রাজসভায় দেখান। সেখানে বিজ্ঞানী বয়েল ইহা দেখেন এবং তিনি নিজেব চেষ্টায় ইহা প্রস্তুত কবিত্তে সমর্থ হন। পরে 1680 খৃষ্টাব্দে বয়েল অধিক পরিমাণে ফস্ফোবাস উৎপাদনে সমর্থ হন এবং সমস্ত বৈজ্ঞানিক জগতে তিনি ইহাব প্রস্তুত প্রণালী প্রকাশ করিয়া দেন।

তখন মূত্রই ছিল একমাত্র বস্তু যাহা হইতে ফস্ফোরাস তৈয়াবী করা সম্ভব ছিল। কিন্তু 1771 খৃষ্টাব্দে গ্যান (Gahn) প্রমাণ করেন যে জীবদেহের অস্থিতে ফস্ফোরাস বিগ্ৰহান। শিলে (Scheele) অস্থিচূর্ণ হইতে ফস্ফোরাস তৈয়ারীর পদ্ধতি প্রথমে 1777 খৃষ্টাব্দে উদ্ভাবন করেন। সেই বৎসরেই ল্যান্ডয়সিয়াহর ইহার মৌলত্ব প্রমাণিত করেন। ফস্ফোরাসেব আলোকে বলা হয় **অনুপ্রভা** বা ফস্ফোরেসেন্স (Phosphorescence)। ফস্ফোরাস নামকরণ হইয়াছে ইহার স্বত ই আলোক বিকিরণক্ষমতা হইতে (Phos—আলো phero—আমি ধারণ করি)।

**নাইট্রোজেন ও ফস্ফোরাস একই প্রকার রাসায়নিক ধর্মীঃ**—পর্যায় সারণীতে নাইট্রোজেন ও ফস্ফোরাস একই পরিবারের সভ্য হিসাবে পঞ্চম গ্রুপে (Group V) স্থাপিত হইয়াছে। ইহাদের রাসায়নিক ধর্ম নিম্নলিখিত প্রকার —

(ক) নাইট্রোজেন ও ফস্ফোরাস দুইটি মৌলই অধাতু। সাধারণ উত্তাপে নাইট্রোজেন গ্যাসীয় মৌল, কিন্তু ফস্ফোরাস কঠিন মৌল। নাইট্রোজেন মৌলকে

## ফস্ফোরাস

প্রকৃতিতে অযুক্ত অবস্থায় পাওয়া যায়, কিন্তু ফস্ফোরাসকে মৌল অবস্থায় প্রকৃতিতে পাওয়া যায় না, সর্বদাই ইহার যৌগ প্রকৃতিতে বিদ্যমান থাকে।

(খ) নাইট্রোজেন ও ফস্ফোরাস উভয়েই কখনও ত্রিযোজী এবং কখনও পঞ্চযোজ্য। হাইড্রোজেনের সহিত নাইট্রোজেনের মুখ্য যৌগ অ্যামোনিয়া  $NH_3$  এবং ফস্ফোরাসের মুখ্য যৌগ ফস্ফিন  $PH_3$ । ইহারা উভয়েই গ্যাসীয় এবং ইহাদের বাসাবনিক ধর্মে অনেকটা মিল দেখা যায়। অক্সিজেনের সহিত অন্তত দুইটি করিয়া অক্সাইড ইহাদের একই প্রকার সঙ্কেতবিশিষ্ট এবং একই প্রকার রাসায়নিক ধর্মবিশিষ্ট হয়, যথা—

নাইট্রোজেন ট্রাই অক্সাইড  $N_2O_3$       ফস্ফোরাস ট্রাই অক্সাইড  $P_2O_3$

নাইট্রোজেন পেন্ট অক্সাইড,  $N_2O_5$       ফস্ফোরাস পেন্ট অক্সাইড  $P_2O_5$

এই অক্সাইডগুলি অ্যাসিড ধর্মী এবং জলের সহিত বিক্রিয়ার ফলে ইহারা সকলেই অ্যাসিড উৎপাদন করে।\*



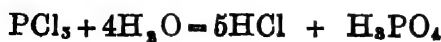
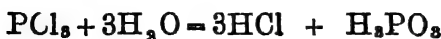
(গ) নাইট্রোজেন ও ফস্ফোরাস উভয় মৌলই বহুরূপতা (allotropy) দেখাইয়া থাকে। নাইট্রোজেনকে সাধারণ নিষ্ক্রিয় মৌল এবং কোনও বিশেষ অবস্থায় সক্রিয় মৌল এই দুই রূপে দেখিতে পাওয়া যায়। ফস্ফোরাস সাধারণত সক্রিয় সাদা ও নিষ্ক্রিয় লাল মৌলরূপে পাওয়া যায়।

(ঘ) নাইট্রোজেন ও ফস্ফোরাস ক্লোরিনের সহিত যুক্ত হইয়া নিম্নলিখিত প্রকার ক্লোরাইড উৎপন্ন করে —

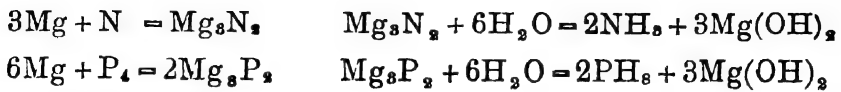
$NCl_3$  নাইট্রোজেন ট্রাই ক্লোরাইড  $PCl_3$  ফস্ফোরাস ট্রাই ক্লোরাইড

$PCl_5$  ফস্ফোরাস পেন্টা ক্লোরাইড

এই ক্লোরাইডগুলি জল দ্বারা সহজেই বিস্ফিষ্ট হয়।



(৬) উচ্চ উষ্ণতায় নাইট্রোজেন ও ফস্ফোরাস এই দুই মৌলই ক্যালসিয়াম ম্যাগনেসিয়াম প্রভৃতি ধাতুর সহিত যুক্ত হইয়া নাইট্রাইড ও ফস্ফাইড উৎপন্ন করে। নাইট্রাইড ও ফস্ফাইড জলেব সহিত ক্রিয়া করিয়া অ্যামোনিয়া ও ফস্ফিন উৎপাদন করে।



উপরেব আলোচনা হইতে বেশ বুঝা যায় যে নাইট্রোজেন ও ফস্ফোরাস এই উভয় মৌলের বাসায়নিক গুণাবলী সমপর্যায়ভুক্ত।

**অবস্থান** — প্রকৃতিতে মুক্ত অবস্থায় ফস্ফোরাস মৌল মোটেই পাওয়া যায় না। প্রকৃতিতে উহা যে বিভিন্ন যৌগ পাওয়া যায় তাহাদের অনেকগুলিতেই ক্যালসিয়াম ফস্ফেট বিদ্যমান থাকে। ফস্ফোরাস ঘটিত খনিজ পদার্থগুলি যথাক্রমে

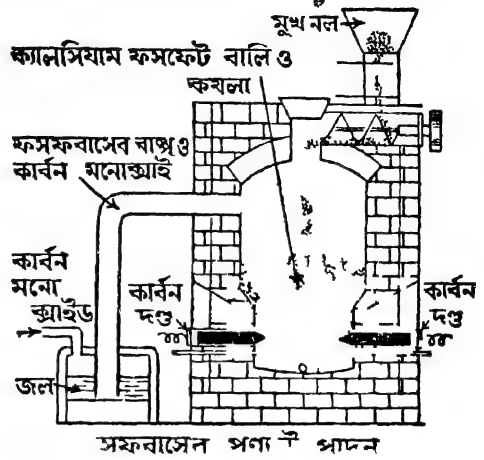
- (১) ফস্ফোবাইট (Phosphorite)  $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$
- (২) ক্লোর অ্যাপাটাইট (Chlorapatite)  $3\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 \cdot \text{CaCl}_2$
- (৩) ফ্লুর অ্যাপাটাইট (Fluorapatite)  $3\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 \cdot \text{CaF}_2$
- (৪) ভিভিয়েনাইট (Vivianite)  $\text{Fe}_3(\text{PO}_4)_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$

সমস্ত উর্ব্বা জমিতে ফস্ফোরাসেব যৌগ বিদ্যমান থাকে। উদ্ভিদেব জমি হইতে ফস্ফোরাস ঘটিত যৌগ গ্রহণ করে এব সমস্ত খাদ্যশ্রেণী বিশেষত গমে যথেষ্ট ফস্ফোরাস যৌগ পাওয়া যায়। উদ্ভিদ হইতে ফস্ফোরাস যৌগসমূহ প্রাণি জগতে আসিয়া থাকে এব সেখানে মূত্রে ডিমের হলুদ অংশে হাড়ে এবং মজ্জায় ও মস্তিষ্কে ফস্ফোরাস ঘটিত যৌগ হিসাবে সঞ্চিত হয়। হাড়ের ভিতর শতকরা প্রায় 60 ভাগ ক্যালসিয়াম ফস্ফেট থাকে।

**খনিজ ফস্ফেট হইতে ফস্ফোরাস প্রাপ্তি** **আধুনিক তড়িৎপ্রক্রিয়া (Modern Electrical Process)** — ফস্ফেট ঘটিত খনিজ পাথরের টুকরার সহিত বালি ও কোক কয়লা মিশান হয় এব এই মিশ্রণকে মুখনলের ভিতর দিয়া একটি তড়িৎচুল্লীতে ঢালিয়া দেওয়া হয়। সেখানে মুখনলের নিয়ে অবস্থিত একটি জু চালকের (Screw conveyer) সাহায্যে এই মিশ্রণকে একটি অগ্নিসহ ইষ্টক

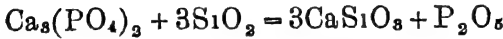
দ্বারা ( fire brick ) নির্মিত বদ্ধচুল্লীতে ( furnace ) ফেলা হয়। চুল্লীটির নীচেব দিকে কার্বনের মোটা দণ্ডের দুইটি তড়িদ্ধার থাকে। এই কার্বন তড়িৎদ্বারদ্বয়ের ভিতর দিয়া বিদ্যুৎপ্রবাহ যাইতে দিলে মিশ্রণের মধ্যে একটি তড়িৎশিখা ( electric arc ) উৎপন্ন হয়। ইহাতে মিশ্রণটি অতিশয় উত্তপ্ত হয় এবং নিম্নলিখিত রূপ বিক্রিয়ার ফলে ফস্ফোরাসের বাষ্পচুল্লীভ ভিতব উৎপন্ন হয়।

প্রথমত 1200 - 1500 সেন্টিগ্রেড উত্তাপে ক্যালসিয়াম ফস্ফেট ও বালিব ( Silica

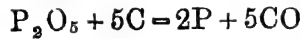


চিত্র ন 17

SiO<sub>2</sub>) বিক্রিয়ার দ্বারা ক্যালসিয়াম সিলিকেট ও ফস্ফোরাস পেন্ট অক্সাইড উৎপন্ন হয়।



পববর্তী পর্যায়ে ফস্ফোরাস পেন্ট অক্সাইড কার্বন দ্বারা বিজাবিত হইয়া ফস্ফোরাস মৌল উৎপাদন কবে এবং কার্বন মনোক্সাইড গঠিত হয়।



চুল্লীর ভিতবেব উত্তমায় ফস্ফোরাস মৌল বাষ্পাকাবে বহির্গত হয় এবং ইহা কার্বন মনোক্সাইড গ্যাসের সহিত মিশিয়া থাকে। এই মিশ্রিত বাষ্প চুল্লীর উপরের দিকে অবস্থিত একটি নির্গমন নল দিয়া বাহিৰ হইয়া আসে। এই বাষ্পকে চুল্লীর পাশে অবস্থিত জলাধারের জলের ভিতব দিয়া পরিচলিত করা হয়। ফস্ফোরাস কঠিনরূপে জলের নীচে সঞ্চিত হয় এবং কার্বন মনোক্সাইড জলে অদ্ভাব্য বলিয়া গ্যাসীয় অবস্থায় বাহিৰ হইয়া যায়।

চুল্লীর ভিতর যে ক্যালসিয়াম সিলিকেট উৎপন্ন হয় তাহা চুল্লীর উত্তাপে গলিয়া যায় এবং অক্সিজেন সহিত একটি ধাতুমলেব (slag) সৃষ্টি করে। ইহা চুল্লীর নীচে সঞ্চিত হয় এবং প্রয়োজনমত চুল্লীর তলায় অবস্থিত সরু নির্গমনপথে ( ছবিত্তে দেখান হয় নাই ) বাহির করা হয়।



ক্যালসিয়াম ফস্ফেট হইতে যে ফস্ফোরাস এই উপায়ে পাওয়া যায় তাহা প্রধানত সাদা ফস্ফোবাস।

**দৃষ্টান্ত** —এই পদ্ধতিতে তড়িৎপ্রবাহ প্রয়োগে কেবল উত্তাপের সৃষ্টি করা হয়। ইহাতে তড়িৎ বিশ্লেষণ (electrolysis) সংঘটিত হয় না। ভারতে প্রচুর পরিমাণে ক্যালসিয়াম ফস্ফেট পাওয়া যায় কিন্তু সম্ভাব্য তড়িৎশক্তি পাওয়া যায় না বলিয়া ভাবতে ফস্ফোবাস নিকাশনের কোন ব্যবস্থা এখনও হয় নাই।

**ফস্ফোরাসের বিশুদ্ধীকরণ** উপরে লিখিত উপায়ে যে ফস্ফোরাস পাওয়া যায় তাহাতে অনেকপ্রকার অশুদ্ধি থাকে। ইহাকে পরীক্ষাগারে বিশুদ্ধ কবিত্তে হইলে পটাসিয়াম ডাইক্রোমেট ( $K_2Cr_2O_7$ ) ও সলফিউরিক অ্যাসিডের মিশ্রণের নীচে উক্ত ফস্ফোবাস রাখিয়া উত্তাপ দ্বারা গলান হয়। পটাসিয়াম ডাইক্রোমেট ও সলফিউরিক অ্যাসিডের বিক্রিয়ার ফলে ডাইক্রোমিক অ্যাসিড ( $H_2Cr_2O_7$ ) উৎপন্ন হয় এবং উক্ত ডাইক্রোমিক অ্যাসিড ফস্ফোরাসের সহিত মিশ্রিত অশুদ্ধিগুলিকে জাবিত করিয়া অপসারিত করে। পরে উক্ত গলিত ফস্ফোরাসকে চামড়ার (Chamois leather) সাহায্যে চাপ দিয়া ছাঁকিয়া ছোট ছোট যষ্টিব (sticks) আকারে ঢালাই করা হয়। তাহার পর ফস্ফোরাসের যষ্টিগুলি পাত্রে অবস্থিত জলের তলায় রাখা হয়।

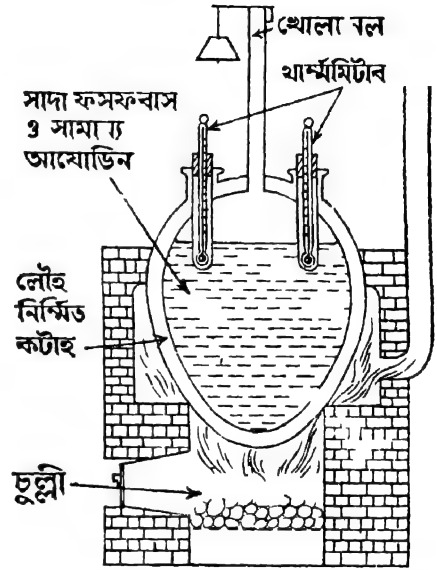
এই পদ্ধতিতে ফস্ফোরাসের বিশুদ্ধীকরণ একমাত্র পরীক্ষাগারেই সম্ভব, কারণ ইহাতে অনেক খরচ পড়ে। ফস্ফোরাসের পণ্য উৎপাদন সময়ে যে পদ্ধতিতে ইহাকে বিশুদ্ধ করা হয় তাহা প্রকাশ করা হয় নাই।

**ফস্ফোরাসের বহুরূপতা (Allotropic modifications)** পূর্বেই বলা হইয়াছে যে তড়িৎপদ্ধতিতে উৎপন্ন ফস্ফোরাসকে শ্বেত বা সাদা ফস্ফোরাস (White Phosphorus) বলে। কিন্তু ফস্ফোরাসকে বহুরূপে দেখিতে পাওয়া যায়। তাহার মধ্যে শ্বেত ও লোহিত (Red) ফস্ফোরাস বিশেষভাবে উল্লেখযোগ্য। এই দুই প্রকার ফস্ফোরাস কেবলমাত্র যে ভৌতধর্মে সম্পূর্ণভাবে পার্থক্যবিশিষ্ট তাহা নহে অনেকগুলি রাসায়নিক ধর্মেও তাহাদের পার্থক্য দেখা যায়।

**লোহিত ফস্ফোরাসের প্রস্তুতি** লোহিত ফস্ফোরাস প্রস্তুতে সর্বদাই শ্বেত ফস্ফোরাস ব্যবহৃত হয়। শ্বেত ফস্ফোরাস বায়ুতে আলাইলে ইহার কতকটা পুড়িয়া যায় এবং কতকটা লোহিত ফস্ফোরাসে পরিবর্তিত হয়। তবে

সাধারণত একটি আবদ্ধ লৌহ পাত্রে নাইট্রোজেন বা কার্বন ডাই অক্সাইড গ্যাসের মধ্যে খেত ফস্ফোবাস রাখিয়া 240 — 250 সেন্টিগ্রেড উষ্ণতায় উত্তপ্ত করিয়া লোহিত ফস্ফোরাসের পণ্য উৎপাদন নিশ্চয় করা হয়।

একটি ঢালাই লোহার কড়াইএ প্রায় 1 টন খেত ফস্ফোবাস লইয়া তাহার সহিত একটু আয়োডিন মেশান হয়। আয়োডিনের স স্পর্শে খেত ফস্ফোরাসের পরিবর্তন সহজসাধ্য হয় এবং কিছু কম উষ্ণতায় পরিবর্তনটি সম্ভব হয়। কড়াইএর মুখটি বায়ুনিরোধক ঢাকনা দ্বারা বন্ধ করা থাকে। উক্ত ঢাকনাব মধ্যস্থল দিয়া একটি সোজা দুই মুখখোলা লোহার নল উপর দিকে উঠিয়া গিয়াছে। এই নলের স্বাহায্যে পাত্রেব মধ্যে গ্যাসেব চাপ বায়ুমণ্ডলের চাপেব সমান করিয়া রাখা হয়। লৌহপাত্রেব উপরের দিকে লৌহেব দুইটি নিম্ন দিক বন্ধ নলের ভিতর ছবিতে দেখান মত দুইটি থার্মোমিটার লাগান হয়। সেই দুইটি থার্মোমিটারের সাহায্যে লৌহপাত্রেব



লাল ফসফোবাস উৎপাদন পদ্ধতি

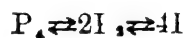
চিত্র ন 18

ভিতরের উষ্ণতা যাহাতে 250 সেন্টিগ্রেডের উপরে না উঠে তাহা দেখা হয় থার্মোমিটার দুইটিকে লোহার নলের ভিতর রাখা কারণ এই যে ফস্ফোরাসের বাষ্প কাচের সহিত বিক্রিয়া করিয়া থাকে। খেত ফস্ফোবাসের পরিবর্তনের সময় অনেক তাপ উদ্ভূত হয় এবং 250 সেন্টিগ্রেডেব অধিক উষ্ণতায় লোহিত ফস্ফোরাস আবার খেত ফস্ফোরাসে পরিবর্তিত হইয়া যায়। সেই কারণেই থার্মোমিটারের সাহায্যে উষ্ণতার পরিমাপ ঠিক রাখা হয়। উত্তাপ দিলে পাত্রেব মধ্যস্থিত বায়ুব অক্সিজেনের দ্বারা সামান্য খেত ফস্ফোরাস জারিত হয়। অবশিষ্ট সামান্য খেত ফস্ফোবাস লোহিত ফস্ফোরাসের সহিত মিশিয়া থাকিয়া যায়। সেই কারণে বিক্রিয়া শেষে লৌহপাত্র হইতে মিশ্রণটিকে ঢালিয়া ফেলিয়া চূর্ণকে গাচ কটিক সোড়ার দ্রবণের সহিত ফুটান হয়। ইহাতে লোহিত ফস্ফোরাসের কোন পরিবর্তন

হয় না কিন্তু স্বেত ফস্ফোরাস ফস্ফিন ও সোডিয়াম হাইপোফস্ফাইটে ( Sodium hypophosphite  $\text{NaH}_2\text{PO}_2$  ) পরিণত হইয়া অপসারিত হয়। পরে লোহিত ফস্ফোরাসকে জলে ধুইয়া বায়ুতে শুকাইয়া লওয়া হয়। লোহিত ফস্ফোরাস বায়ুতে অক্সিজেন দ্বারা জারিত হয় না।

### ফস্ফোরাসের ধর্ম স্বেত ফস্ফোরাসের ধর্ম

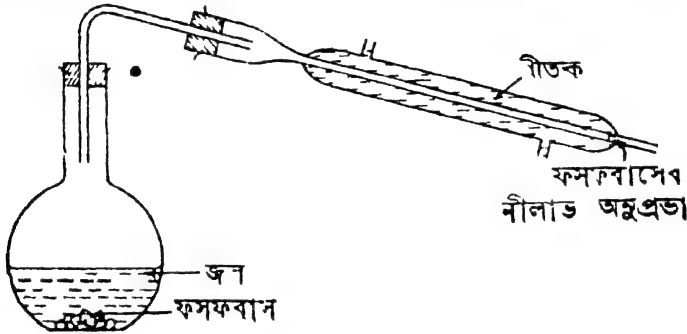
(1) স্বেত ফস্ফোরাস স্বেত বা হরিদ্রাভ ক্ষটিকাকার কঠিন পদার্থ। (2) ইহা জ্বলন্ত স্বচ্ছ এবং মামের মত নবম এবং শ্বেত নীচে ইহাকে ছুরি দিয়া কাটা যায়। (3) ইহার গলনাঙ্ক  $44^\circ$  সেন্টিগ্রেড এবং স্ফুটনাঙ্ক  $286^\circ$  সেন্টিগ্রেড। (4) ইহার আপেক্ষিক গুরুত্ব 1.81। (5) শাকাল অদ্রাব্য কিন্তু ইহা বেনজিন (Benzene) টার্পিন তৈল (Turpentine) কার্বন টাই সালফাইড ( $\text{CS}_2$ ) এবং ইথার (Ether) দ্রবীভূত হয়। (6) ইহা পুৰ্ব বিশাক্ত পদার্থ। মৃত্যু ঘটাইতে ইহার  $0.25$  গ্রাম পর্যন্তই। সেই কারণে ইহা লইয়া কাজ করিবার সময় ইহাকে হাত দিয়া ধরা মাটিতে ঢুটিত যেন এত চিমটা ব সাহায্যে ইহা স্বাভাবিক করিয়া যায়। ইহার বাষ্পে মাটির বাগ সৃষ্টি করে। (7) ইহা স্ফীমের সক্তি বাষ্পাকারে উড়িয়া যায়। (8) কম উষ্ণতায় ইহার বাষ্পীয় ঘনত্ব নির্ণয় করিয়া দেখা যায় যে ইহার অব্যুত চাপটি পৰমাণু সন্ধান এবং তখন ইহার আ বিক স কেত 1। কিন্তু উষ্ণতা বৃদ্ধির সঙ্গে সঙ্গে ইহার অব্যুত চাপ গিয়া পরমাণুতে পরিণত হয়।



(9) ইহার অক্সিজেনের উপর প্রবল আসক্তি (affinity) আছে। সাধারণ উষ্ণতায় অক্সিজেন এবং এমন কি বাতাসের সংস্পর্শে আসিলেই ইহা ধীরে ধীরে জারিত হয়।  $30^\circ$  সেন্টিগ্রেডের উপর উষ্ণতায় অক্সিজেন দ্বারা স্বেত ফস্ফোরাস জারিত হইবার সময় ইহা অলিয়া উঠে এবং একটি সবুজ শিখা দেখা যায়। এই সময় ফস্ফোরাসের বিভিন্ন অক্সাইড (প্রধানত পেন্ট অক্সাইড  $\text{P}_2\text{O}_5$ ) উৎপন্ন হয়। এই সবুজ আলোকশিখায় কোন উদ্ভাপ থাকে না এবং ইহাকে ঠাণ্ডা শিখা (cold flame) বলে। অল্প বস্তুর সহিত অল্প পরিমাণে স্বেত ফস্ফোরাস মিশ্রিত থাকিলেও (লক্ষ ভাগে একভাগ) এই আভা হইতে ফস্ফোরাসের উপস্থিতি জানিতে পারা যায়। ইহাকেই ফস্ফোরাসের অনুরাগিতা

( phosphorescence বা glow ) বলে । \* বিভিন্ন পরীক্ষা দ্বারা দেখা গিয়াছে যে, (ক) শুষ্ক অক্সিজেনে ফস্ফোরাসের অহুপ্রভা সঘটিত হয় না। (খ) বায়ুর চাপ কমিলে অহুপ্রভার উজ্জ্বলতা বৃদ্ধিপ্রাপ্ত হয় এবং (গ) তার্পিন তৈল অ্যালকোহল, কার্বন ডাই সালফাইড কর্পূর প্রভৃতির বাষ্প অহুপ্রভা নিবারণিত করে। ফস্ফোরাসের এই স্বত জারণের সময় অনেকের মতে ওজোন ( Ozone ) উৎপন্ন হয়, কারণ যে সমস্ত দ্রব্য ওজোন শোষিত করে সেই সমস্ত দ্রব্যই অহুপ্রভা নিবারণিত করে।

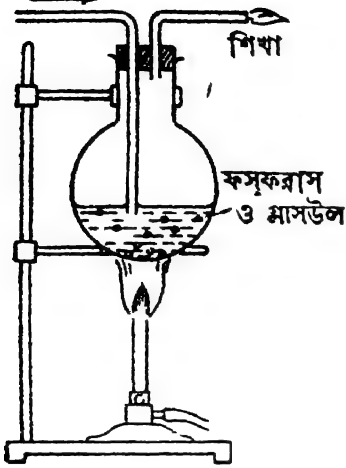
নিম্নলিখিত দুই ভাবে অহুপ্রভাব পরীক্ষা দেখান যাতে পাবে (১) অন্ধকার ঘরে একটি কাচের ফ্লাস্কে কিছু জল লম্বা তাম্বাতে কয়েক টুকরা খেত ফস্ফোরাস



চিত্র নং ১৯

ছাডিয়া দেওয়া হয়। ফ্লাস্কের মুখে একটি কক ল লম্বা তাম্বা ভিতর দিয়া একটি বাকানো কাচের নল লাগান হয়। সেই কাচের নালব সতি একটি লিবিগ শীতক ( Liebig's condenser ) যোগ করিয়া দেওয়া হয়। শীতকের বাহিরের আবরণের ভিতর দিয়া ঠাণ্ডা জলের প্রবাহ চালনা করা হয়। তাম্বা পর ফ্লাস্কের জলকে ফোটান হয়। স্টেমের সতি ফস্ফোরাসের বাষ্প বাহির হইয়া আসে। সেই বাষ্প শীতকের ভিতর যেখানে ঘনীভূত হয় সেইখানে ফস্ফোরাসের সবুজ অহুপ্রভা দেখা যায়। (২) অন্ধকার ঘরে একটি বড় কাচের ফ্লাস্কে কয়েক টুকরা খেত ফস্ফোরাস রাখিয়া কাচের উল ( glass wool ) দিয়া বেশ করিয়া ঢাকিয়া দেওয়া হয়। ফ্লাস্কের মুখে একটি ছিপি লাগাইয়া ছিপির মধ্য দিয়া দুইটি কাচের নল লাগান হয়। তাহার মধ্যে একটি নল ছোট এবং অপরটি

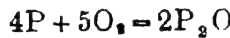
লব্ধ। নল দুইটি সহ ছিপিটি একপুণ্ডাবে লাগান হয় যে, লব্ধ নলটি কাচের কোলগ্যাস



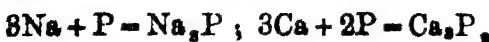
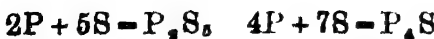
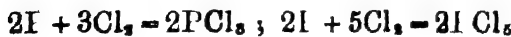
চিত্র নং ২০

উল্লেখ্য ভিতর প্রবেশ করিয়া থাকে। লব্ধ নলটির খোলা মুখ কোল গ্যাসের নলের সহিত যুক্ত করিয়া ক্রান্তের দ্বিতর দিয়া কোল গ্যাস চালনা করিয়া ভিতরের বায়ু অপসারিত করা হয় (হবিত্রে দেখান হয় নাই)। তাহার পর ক্রান্তটিকে একটি জলগাহের উপর বসাইয়া উত্তপ্ত করা হয়। তখন দেখা যায় যে ছাট কাচ নলের মুখে একটি সবুজ শিখা জলিয়া উঠিয়াছে। এই শিখায় দিয়াশলাইএর কাঠি ধরিলে জলিয়া উঠে না এবং আঙ্গুল দিলে তাহা পোড়ে না। ইহাই শীতল শিখা।

(১০) যেত ফস্ফোরাস বাত্রে উত্তপ্ত করিলে ফস্ফোরাসে আশ্রয় ধরিয়া বায়ু এবং সাদা শিখার সতি ইহা জলিতে থাকে এবং ফস্ফোরাস পোটে অক্সাইডের ধূম নির্গত হইতে থাকে।



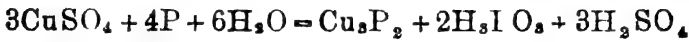
(১১) যেত ফস্ফোরাস সাধারণ উত্তপ্ত হালোজেন (ক্লোরিন, ব্রোমিন ও আয়োডিনকে হালোজেন মৌল বলে) সলফার ও সোডিয়াম, পটাসিয়াম ও ক্যালসিয়াম শতুর সতি রাসায়নিকভাবে যুক্ত হয়। এই যোগের ফলে ফস্ফোরাসের হালাইড ও সলফাইড আর শতব ফসফাইড উৎপন্ন হয়। এই সকল বিক্রিয়া সম্বন্ধিত হইবার সময় প্রায়ই ফস্ফোরাস জলিয়া উঠে এবং আলোক ও তাপ উৎকৃত হয়।



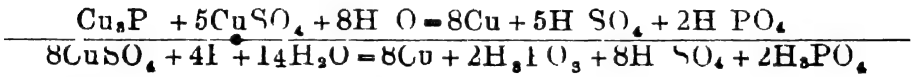
(12) কঠিন সোডা কঠিন পটাস বোরয়াম হাইড্রোজাইড প্রভৃতি ক্ষীণকারের দ্রবণের সহিত শ্বেত ফস্ফোরাস ফুটাইলে ফস্ফিন ( Phosphine,  $\text{PH}_3$  ) গ্যাস ও হাইপোফস্ফাইট লবণ উৎপন্ন হয়।



(13) শ্বেত ফস্ফোরাস বিজারক হিসাবেও ক্রিয়া করিয়া থাকে। কপার সিলভার ও গোল্ডের লবণের দ্রবণে শ্বেত ফস্ফোরাস যোগ করিলে ঐ সমস্ত লবণ বিজারিত হইয়া ধাতু অধঃক্ষিপ্ত হয়।



( সাধারণ উত্তাপে )



লোহিত ফস্ফোরাসের ধর্ম (1) লোহিত ফস্ফোরাস একটি লাল রং এর অনিয়তাকার ( amorphous ) কঠিন পদার্থ। (2) খুব সম্ভবত ইহা বিভিন্ন প্রকারের ফস্ফোরাস মৌলের মিশ্রণ কারণ ইহার কোন নির্দিষ্ট গলনাঙ্ক নাই তবে 590 সেন্টিগ্রেডের উপর ইহা নবম স্কেতে থাকে। (৩) ইহা শ্বেত ফস্ফোরাস অপেক্ষা ভারী ইহা আপেক্ষিক গুরুত্ব 2.2। (4) ইহা জলে এবং অন্যান্য জৈব দ্রাবকেও ( যথা কার্বন ডাই সলফাইড অ্যালকোহল প্রভৃতি ) অদ্রবণীয়। (5) ইহার কোন স্বাদ নাই এবং শ্বেত ফস্ফোরাসের মত ইহা বিষাক্ত নয়। (6) বায়ুতে রাখিলে লোহিত ফস্ফোরাস সাধারণ উষ্ণতায় জারিত হয় না। সেই কারণে ইহাকে জলের ভিতর ডুবাইয়া রাখার প্রয়োজন হয় না। (7) 250° সেন্টিগ্রেডের অধিক উষ্ণতায় ইহা অক্সিজেন বা বায়ুতে জলিয়া উঠে এবং ফস্ফোরাস পেন্ট অক্সাইড উৎপন্ন করে। (8) হ্যালোজেনের সহিত লোহিত ফস্ফোরাস সহজেই যুক্ত হয় কিন্তু সলফারের সহিত উদ্ভূত না করিলে ইহা ক্রিয়া করে না। (9) তীব্রকারের [ যথা— $\text{NaOH}$ ,  $\text{KOH}$ ,  $\text{Ba}(\text{OH})_2$  ] গাঢ় দ্রবণের সহিত ফুটাইলেও ইহার কোন বিক্রিয়া হয় না। (10) গাঢ় নাইট্রিক অ্যাসিডের সহিত ফুটাইলে লোহিত ফস্ফোরাস জারিত হইয়া ফস্ফোরিক অ্যাসিড উৎপন্ন হয়।



এই বিক্রিয়াটি শ্বেত ফস্ফোরাসের সহিতও সংঘটিত হয় কিন্তু সেস্থলে বিস্ফোরণ সংঘটিত হওয়ার ভয় আছে। তাই লোহিত ফস্ফোরাস হইতে এই বিক্রিয়া দ্বারা ফস্ফোরিক অ্যাসিড প্রস্তুত করা হয়।

**শ্বেত ফস্ফোরাস হইতে লোহিত ফস্ফোরাস এবং লোহিত ফস্ফোবাস হইতে শ্বেত ফস্ফোরাস উৎপাদন**

শ্বেত ফস্ফোরাসকে বাষ্পীভূত পাত্রে অথবা কার্বন ডাই অক্সাইড বা নাইট্রোজেন গ্যাসপূর্ণ পাত্রে 200 সেন্টিগ্রেড তাপমাত্রায় কিছুক্ষণ উত্তপ্ত করিলেই শ্বেত ফস্ফোবাস লোহিত ফস্ফোরাস রূপান্তরিত হয়। আবার সেই লোহিত ফস্ফোরাসকে 550 সেন্টিগ্রেড তাপমাত্রার আপেক্ষা উচ্চতর তাপমাত্রায় উত্তপ্ত করিয়া বাষ্প রূপান্তরিত করিয়া সেই বাষ্প দ্রুত শীতল করিলে শ্বেত ফস্ফোরাস কঠিন আকারে পাওয়া যায়।

**ফস্ফোরাসের ব্যবহার** (1) শ্বেত ফস্ফোরাস সাধারণত লোহিত ফস্ফোরাস প্রস্তুত করিতে ব্যবহৃত হয়। তবে সামান্য অংশ ক্যালসিয়াম হাইপোফস্ফেট প্রস্তুত ব্যবহার করা হয়। কিছুটা ফস্ফোরাস পেন্ট অক্সাইড ও ফস্ফর ব্রঞ্জ তৈয়ারী করিতে লাগে। তদ্ব্যতীত শ্বেত ফস্ফোরাস অগ্নিপ্রজ্বালক বোমা (incendiary bomb) ও ধোঁয়াব পর্দা (smoke screen) প্রস্তুতে ব্যবহৃত হইয়াছে। (2) ল্যান্স ফস্ফোরাস বর্তমান দিনশলাকে প্রস্তুতে প্রায় সমস্তটা ব্যবহৃত হয়। পরাক্ষাগবে হাইড্রোব্রোমিক (HBr) ও হাইড্রিডিক (HI) অ্যাসিড প্রস্তুতে ইহা ব্যবহৃত হয়।

**ফস্ফোরাসের অভীক্ষণ** (1) একটি কাচের বড় সিলিন্ডারের তলদেশে কিছুটা বালি রাখিয়া তাহার উপর জল দিয়া সিলিন্ডারের প্রায় দুই তৃতীয়াংশ ভর্তি করা হয়। তাহার পর বালির উপর কিছুটা পটাশিয়াম ক্লোরেটের গুড়া ছড়াইয়া দেওয়া হয়। অতঃপর কয়েক টুকরা শ্বেত ফস্ফোরাস বলিয়া যে দ্রব্য সম্ভব হয় তাহা যোগ করা হয়। ইহাব পর লম্বা নল যানেলের সাহায্যে ফস্ফোরাস বলিয়া যাহা মনে হয় তাহার উপর গাঢ় সলফিউরিক অ্যাসিড ঢালা হয়। যদি জলের নীচে আগুন জলিয়া উঠে তাহা হইলে বুদ্ধিতে হইবে যে, পদার্থটি শ্বেত ফস্ফোরাস। ইহাই জলের নীচে আগুন দেখাইবার পদ্ধতি এবং সেখানে শ্বেত ফস্ফোরাস ব্যবহার করা হয়। গাঢ় সলফিউরিক অ্যাসিড পটাশিয়াম

ক্রোরেট হইতে ক্লোরিণ ডাই অক্সাইড উৎপন্ন করে এবং সেই ক্লোরিণ ডাই-অক্সাইড শ্বেত ফস্ফোরাসকে জারিত করে। এই জারণ ক্রিয়ার ফলেই আগুন জলিয়া উঠে।

(২) শ্বেত ফস্ফোরাস বলিয়া যে দ্রব্য সঞ্চেদ হয় তাহার কিছুটা একটি পোর্সিলেন বেসিনে স্থিত কার্বন ডাই সলফাইডে যোগ করা হয়। দ্রব্যটি শ্বেত ফস্ফোরাস হইলে তাহা কার্বন ডাই সলফাইডে দ্রবীভূত হয়। এই দ্রবণে তুলা জড়ানো কাঠি ডুবাইয়া যে দ্রবণ উঠিয়া আসে তাহা দ্বারা কাগজের উপর নিজ নামের আশ্রয় অঙ্কন করা হয়। অল্পকণ পরেই কার্বন ডাই সলফাইড উবিয়া যায় এবং তখন যদি কাগজে আগুন ধরিয়া যায় এবং লেখা অংশটির কাগজ পুড়িয়া গিয়া অঙ্কনটি স্পষ্ট হইয়া উঠে তাহা হইলে বুঝিতে হইবে যে দ্রব্যটি শ্বেত ফস্ফোরাস ভিন্ন আর কিছুই নয়। ইহাকেই আগুনের অঙ্কন বলে।

দিশাশলাই শিল্প ১৮০০ খ্রীষ্টাব্দে চান্সেল (Chancel) প্রথম পটাসিয়াম ক্রোরেট ঘটিত দিশাশলাই আবিষ্কার করেন। ইহাতে একটি কাঠির মাথায় পটাসিয়াম ক্রোরেট ও চিনিব মিশ্রণ পুটুলি কবিতা লাগান থাকিত। সেই পুটুলি গাঢ় সলফিউরিক অ্যাসিডে ডুবাইলে আগুন জলিয়া উঠিত ও কাঠিতে আগুন ধরিত। ইহার দ্বারা সঙ্গ শিশিতে করিয়া গাঢ় সলফিউরিক অ্যাসিড রাখা প্রয়োজন হইত। কিন্তু গাঢ় সলফিউরিক অ্যাসিড সঙ্গে লইয়া চলা বড়ই বিপজ্জনক। ইহার পর ১৮৩৭ খ্রীষ্টাব্দে ঘর্ষণ দিশাশলাই আবিষ্কৃত হয়। ইহাতে কাঠির মাথায় এন্টিমনি সালফাইড (Sb ১২) ও পটাসিয়াম ক্রোরেট আঠার সাহায্যে পুটুলি কবিতা লাগান হইত। এই পুটুলিকে বালিযুক্ত কাগজে ঘর্ষণ করিলে আগুন জলিয়া উঠিত।

শ্বেত ফস্ফোরাস আবিষ্কৃত হইলে শ্বেত ফস্ফোরাস দিয়া দিশাশলাই তৈয়ারী করা হইত। কিন্তু শ্বেত ফস্ফোরাস বিষাক্ত বলিয়া এ ন ইহাব ব্যবহার নিষিদ্ধ হইয়াছে।

**ঘর্ষণ দিশাশলাই (Friction বা Lucifer matches):** নরম কাঠের (যথা আম গিহুল) সরু কাঠির এক প্রান্তে গলিত মোম বা গন্ধক লাগান হয়। তাহার উপর শ্বেত ফস্ফোরাস, পটাসিয়াম ক্রোরেট (অথবা পটাসিয়াম নাইট্রেট, লেড পার অক্সাইড বা ম্যাঙ্গানিক ডাই অক্সাইড) ও কয়লার ভাঙা শিরিষের (glue) লেইএর (paste) সাহায্যে লাগান হয়। ইহার পর



কাঠিগুলিকে তুফান হয়। শিরিষ খেত ফস্ফোরাসকে বায়ুর অক্সিজেন দ্বারা জ্বারিত হইতে দেয় না। অমস্বণ স্থানে কাঠির মাথা ঘর্ষণ করিলে ঘর্ষণজনিত তাপে খেত ফস্ফোরাস সহজ দাহ্য পদার্থ বলিয়া জলিয়া উঠে। আবার অল্প ফস্ফোরাস গন্ধক বা মোমে আগুন ধরাইয়া দেয় ও কাঠি জলিতে থাকে। কিন্তু এই প্রকার দিয়াশলাইএর অনুরোধ এই যে খেত ফস্ফোরাস খুব বিষাক্ত বলিয়া ব্যবহারে বিপদ ঘটিতে পারে এবং অসাবধানতার সামান্য ঘর্ষণেই কাঠি জলিয়া উঠিয়া বিপত্তির সৃষ্টি করিতে পারে। এই কারণে খেত ফস্ফোরাসের স্থলে ফস্ফোরাস সলফাইড ব্যবহার করা হয় এবং দিয়াশলাইএর বাক্সের গায়ে বালি ও কাচের গুড়া আটা দিয়া লাগাইয়া কাঠিটি ঘর্ষণ করিবার ব্যবস্থা করা হয়।

**নিরাপদ দিয়াশলাই (Safety matches)** বর্তমানে নিরাপদ দিয়াশলাই-এর ব্যবহারই চলি হইয়াছে। ইহাতে কাঠির মাথায় অ্যান্টিমনি সলফাইড ( $Sb_2S_3$ ) পটাশিয়াম ক্লোরেট ( $KClO_3$ ) পটাশিয়াম ডাই ক্রোমেট ( $K_2Cr_2O_7$ ) ও রেড লেড ( $Pb_3O_4$ ) শিরিষের আটার সাহায্যে লাগান হয়। তাহার পর কাঠিটি তুকাইয়া লওয়া হয়। যাহাতে অল্প কাঠি নির্বাচিত কবা মাত্র আগুনও নিভিয়া যায় তাহার ব্যবস্থা করার জন্ত কাঠিটিকে (লেইসহ পূর্ব উল্লিখিত দ্রব্যাদি কাঠির প্রান্তে লাগাইবার পূর্বে) সোহাগার ( $borax Na_2B_4O_7 \cdot 10H_2O$ ) দ্রবণে ডুবাইয়া তুকাইয়া লওয়া হয়। এই কাঠিটিকে একটি বিশেষ ধরণে প্রস্তুত খসখসে কাগজে ঘর্ষণ করিয়া প্রজ্জ্বলিত করা হয়। এই কাগজ দিয়াশলাইএর বাক্সের দুই পার্শ্বে লাগান থাকে। ঐ কাগজের উপর লোহিত ফস্ফোরাস কাচের গুড়া, অ্যান্টিমনি সলফাইড ও আঠার লেই লাগাইয়া তুকাইয়া লইয়া তবে দিয়াশলাইএর বাক্সে লাগান হয়। ঘর্ষণে যে তাপ উদ্ভূত হয় তাহা দ্বারা লোহিত ফস্ফোরাস জ্বরকের সাহায্যে জ্বারিত হইয়া জলিয়া উঠে এবং কাঠির মাথায় আগুন ধরাইয়া দেয়। এই প্রকার দিয়াশলাই অত্ন কোথাও ঘর্ষণ করিলে আগুন জ্বলে না।

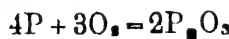
**যে-কোনও স্থানে-ঘর্ষণ দিয়াশলাই (Strike-any where matches)** \* এই প্রকার দিয়াশলাইএর কাঠির মাথা যে কান স্থানে ঘর্ষণ করিলে জ্বলে। কিন্তু সামান্য ঘর্ষণে জলিবার ভয় ইহাতে নাই। এই কাঠির মাথায় বোর লোহিত (Scarlet) ফস্ফোরাস বা ফস্ফোরাস সলফাইড ( $P_4S_8$ ) পটাশিয়াম ক্লোরেট বা রেড লেড ( $Pb_3O_4$ ) ও শিরিষের আটা এবং কাচের গুড়া

লাগান হয়। এই সমস্ত দিয়াশলাইএর কাঠিতে  $P_4S_3$  বিজারকের কাজ করে এবং  $KClO_3$  বা  $PbO_2$  জারকের কাজ করে।

ভাবতে বর্তমানে দিয়াশলাই শিল্পের আধুনিক উন্নত প্রণালীতে পরিচালিত বহু কারখানা স্থাপিত হইয়াছে এবং সেই সমস্ত কারখানা হইতে ভারতের চান্দী মিচাইবার মত দিয়াশলাই প্রস্তুত হইতেছে। ইহাদের মধ্যে ওয়েস্ট ইন্ডিয়া ম্যাচ কোম্পানী (West India Match Company) বিশেষভাবে উল্লেখযোগ্য।

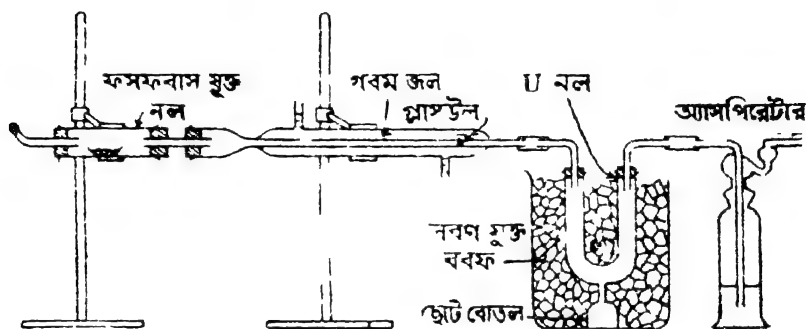
**ফস্ফোরাসের অক্সাইড ও অক্সি-অ্যাসিডসমূহ (Oxides and Oxyacids of Phosphorus)** ফস্ফোরাসের তিনটি অক্সাইড জানা আছে, যথা (1) ফস্ফোরাস ট্রাই অক্সাইড বা ফস্ফোরাস অক্সাইড  $P_2O_3$  বা  $P_4O_6$  (2) ফস্ফোরাস পেন্ট অক্সাইড বা ফস্ফোরিক অক্সাইড  $P_2O_5$  বা  $P_4O_{10}$  (3) ফস্ফোরাস ট্রাই অক্সাইড  $IO_3$  বা  $I_2O_6$ । ইহাদের মধ্যে প্রথম দুইটিই বিশেষ উল্লেখযোগ্য ও সুব্যাচর ব্যবহৃত হয়। অক্সি অ্যাসিডও অনেকগুলি জানা আছে যেমন (1) ফস্ফোরাস অ্যাসিড  $H_3PO_3$  (2) ফস্ফোরিক অ্যাসিড তিন একারর মধ্যে  $H_3PO_4$  পাওয়া যায় বা  $H_2P_2O_7$  এবং মট  $H_4P_2O_6$  (3) হাইপো ফসফরিক অ্যাসিড  $H_4P_2O_5$  এবং (4) ফস্ফোরাস অ্যাসিড  $H_3PO_4$ । ফস্ফোরাস অ্যাসিড  $H_3PO_4$  ফস্ফোরিক অ্যাসিডই বিশেষভাবে উল্লেখযোগ্য এবং ক্যালসিয়াম ফসফেট নামে হিসাবে এর জীবনে বহুতর অস্থি হিসাবে পাওয়া যায়। তবে ক্যালসিয়াম ফসফেট  $[Ca(H_2PO_4)_2]$  উক্ত বহুল পরিমাণে প্রস্তুত হইয়া থাকে।

**ফস্ফোরাস ট্রাই অক্সাইড বা ফস্ফোরাস অক্সাইড,  $P_2O_3$  বা  $P_4O_6$**  ফস্ফোরাসকে অল্প বাতাসে সামান্য উত্তপ করিলে ফস্ফোরাসের যে দহন ও জারণ হয় তা হতে বর্ণহীন ভাগই ফস্ফোরাস ট্রাই অক্সাইড এবং সামান্য ফস্ফোরাস পেন্ট অক্সাইড উৎপন্ন হয়।



ফস্ফোরাস ট্রাই অক্সাইড ক ফস্ফোরাস পেন্ট অক্সাইড হইতে পৃথক করার জন্য নিম্নলিখিত উপায় অবলম্বিত হয় এবং এই উপায়েই বিত্তম ফস্ফোরাস ট্রাই অক্সাইড প্রস্তুত করা হইয়া থাকে।

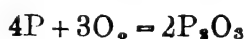
**প্রস্তুতি** একটি শক্ত কাচনলে কয়েক টুকরা খেত ফস্ফোরাস রাখা হয়। উক্ত কাচনলের একটি মুখ উত্তপ্ত করিয়া টানিয়া বাঁকাইয়া উপর দিকে করিয়া লওয়া হয় এবং অপর মুখ একটি লিবিগ শীতকের ভিতরকার নলের সহিত যুক্ত করা হয়। নলের একমুখ বাঁকানর উদ্দেশ্য এই যে ফস্ফোরাসের জারণের সময় ফস্ফোরাস গলিয়া গেলেও উহা নলের বাহিরে আসিতে না পাবে। শীতকের ভিতরের নলটির প্রান্তাদেশ যিমিশ্রে অবস্থিত একটি U নলের সহিত যুক্ত করা



চিত্র নং 21

হয়। শীতকের ভিতরের নলব বাঁকির দিশা সামান্য বম জল ( 60 সেন্টিগ্রেড ) পরিচালনা করিয়া উক্ত নলের নলের প্রান্তে একটু কাচের উল ( Glass wool ) দৃষ্টিগোচর না হয়। U নলের কলমদেশে সংযুক্ত একটি বোতল হিমামাত্র বসান থাকে। U নলের অপর প্রান্ত বটি অ্যাসপিরেটরের ( Aspirator ) সহিত সংযুক্ত করা হয় (ছবিতে দেখানো নহে)। অ্যাসপিরেটরের স্টপ কক ( Stop cock ) নামান্নাগুলিয়া দিলে ফস্ফোরাসের টুকরাগুলির উপর নীচের দীর্ঘ একটি বাতাবাহ পরিচালিত হয় এবং ফস্ফোরাস জ্বলিতে থাকে। ফস্ফোরাসের জ্বারণের ফলে ফস্ফোরাসের ট্রাই অক্সাইড এবং উহার সঞ্চিত মিশ্রিত অবস্থায় সামান্য ফস্ফোরাস পেন্ট অক্সাইড উৎপন্ন হয়। কিন্তু শীতকের ভিতরের নল দিয়া ঐতাদের বাষ্প চালিত হওয়ার সময় শীতকে উষ্ণ জলের প্রবাহ ( 60 সেন্টিগ্রেড ) থাকায়  $P_2O_5$  বাষ্পাকারে কাচের উলের ভিতর দিয়া U নলে যায়, কিন্তু ফস্ফোরাস পেন্ট অক্সাইড ঐ উত্তাপে কঠিন অবস্থায় থাকায় কাচের উলে আটকাইয়া থাকিয়া যায়।  $P_2O_5$  শীতল U নলে ঘনীভূত হয়।

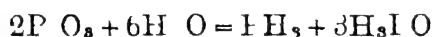
U নলকে হিমমিশ্র হইতে সরাইয়া একটু গরম করিলেই  $P_2O_5$  লিঙ্গা U নলের  
গিচের বোতলে চলিয়া যায় এবং সেখানে জমা হয়।



**ধর্ম** বিশুদ্ধ ফস্ফোরাস ডাই অক্সাইড বর্ণহীন স্ফটিকাকার কঠিন পদার্থ।  
ইহার গলনাঙ্ক ২৪ সেন্টিগ্রেড এবং স্ফুটনাঙ্ক ১৭৩ সেন্টিগ্রেড। ইহার বাষ্পায়  
নাঙ্ক ১১০। সুতরাং ইহার আণবিক সংকেত হইল  $P_4O_{10}$ । ইহা অত্যন্ত  
বৈষাক্ত। ইহা বায়ুতে বা অক্সিজেনে দ্রুত জ্বালায় এবং ফস্ফোরাস পেন্ট  
অক্সাইডে রূপান্তরিত হয়। ইহা অম্লজাতীয় অক্সাইড। শীতল জলের সহিত  
ইহা ধীরে ধীরে ক্রিয়া করিয়া ফস্ফোরাস অ্যাসিড ( $H_3PO_5$ ) উৎপন্ন করে।



কিন্তু রাসায়নিক যন্ত্রে ইহা অক্সাইড পাণ করিলে বিস্ফোরণ হয় এবং  
স্ফিট ( $PH_3$ ) অর্থাৎ ফস্ফোবক অ্যাসিড ও সামান্য লাহিত ফস্ফোরাস  
উৎপন্ন হয়।



### ফস্ফোরাস পেন্ট অক্সাইড $P_2O_5$

যে ফস্ফোরাসকে শুষ্ক অবস্থা অধিক বায়ুপ্রবাহে বা অক্সিজেন-প্রবাহে  
দগ্ধ করিলে ফস্ফোরাস পেন্ট অক্সাইড উৎপন্ন হয়।



**প্রস্তুতি** একটি বড় কাচের পাত্রে চামচ চামচ করিয়া অল্প অল্প ধাতু  
ফস্ফোরাস অতিরিক্ত বায়ুতে পোড়ান। ফস্ফোরাস পেন্ট অক্সাইডই বেশী  
ভাগ উৎপন্ন হইয়া পাত্রেই তরল হইয়া জমা হয় কিন্তু তাহা সহিত সামান্য ফস্ফো-  
রাস ডাই অক্সাইড মিশ্রণ থাকে। এই অশুদ্ধ অক্সাইডকে ওজোন মিশ্রিত  
বায়ুপ্রবাহে (ozonised air) ১৭৫-২২০ সেন্টিগ্রেডে উত্তপ্ত করিলে  $P_2O_5$   
সম্পূর্ণরূপে  $P_2O_5$ এ রূপান্তরিত হয়। বিশুদ্ধ  $P_2O_5$  পাইতে হইলে অশুদ্ধ  
 $P_2O_5$ কে শক্ত কাচের নল হইতে শুষ্ক বায়ুপ্রবাহে উত্তাপ দ্বারা বাষ্পীভূত  
করিয়া শীতল গ্রাহকে কঠিনাকারে সংকিত করা হয়। বিশুদ্ধ  $P_2O_5$  সিলভার  
নাইট্রেটের দ্রবণে যোগ করিলে কোন কালো বর্ণ উৎপন্ন হয় না।

**ধর্ম :** ফস্ফোরাস পেন্ট অক্সাইড সাধারণত সাদা শুদ্ধ অবস্থায় পাওয়া  
যায়। শুষ্ক কার্বন ডাই অক্সাইডের ভিতর পাতিত করিলে ইহাকে স্ফটিকা-  
কারে

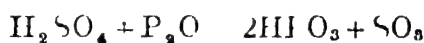
পাওয়া যায় এবং ক্ষটিকাকাবেব  $P_2O_5$  250 সেটিগ্রেডে উষ্ণপাতিত হয়। ইহা সহজেই জলীয় বাষ্প শোষণ করে। সেইজন্য ইহাকে সর্বদাই বোতলে ছিপি দিয়া রাখা হয়। নিম্ন তাপে আলোতে রাখা বপর  $P_2O_5$ কে অন্ধকারে লইয়া গেলে ইহার প্রবল অমুপ্রভা দেখা যায়। ইহাও একটি অম্লজাতীয় অক্সাইড। ইহাকে ঠাণ্ডা জলে দিলে সিস্টিফিকেশন হয় এবং ইহা দ্রবীভূত হইয়া মেটা ফসফোরিক অ্যাসিড উৎপাদন করে।



কিন্তু গবম জলে যাগ করিলে ইহা দ্রবীভূত হইয়া অর্থাৎ ফসফোরিক অ্যাসিড দিয়া থাকে।



জলের প্রত্যেক অণুর পক্ষে অক্সাইডের আসক্তি খুব বেশী। এইজন্য ইহা একটি শক্তিশালী নিরুদক (dehydrating agent) হিসাবে কার্য করে। কেবল যাই জল বা জলীয় বাষ্প পাস করতে পারবে তাই নহে অথবা যেকোনো যোগে জলে যে পদার্থ দ্রবীভূত ও অদ্রবীভূত আছে সেই পদার্থে উক্ত মৌলদ্বয়টি দ্রবীভূত করে। ইহাও জল গঠন করে। লক্ষ্যে পাবে। ইহা সলফিউরিক অ্যাসিড বাইক্লিক অ্যাসিড প্রভৃতি জলবৎ উৎপাদক মৌলগুলি (elements of water) দ্বারা গঠিত উক্ত অ্যাসিডগুলির অ্যাসিড নিরুদক (acid anhydride) উৎপাদন করে।



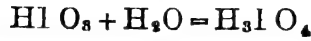
অ্যালকোহল স্টেটও ইহা জলের উৎপাদন গণন করিয়া লইয়া থাকে।



কাগজ কাঠ ও অনেক দ্রব পদার্থ এইভাবে আক্রান্ত হয়। নিরুদক হিসাবে ইহা গাঢ় সলফিউরিক অ্যাসিড গলিত (fused) ক্যালসিয়াম ক্লোরাইড প্রভৃতি হইতে অনেক অধিক শক্তিশালী।

ফসফোরাস পেন্ট-অক্সাইড নিরুদক হিসাবে ও ফসফোরিক অ্যাসিড প্রস্তুতে ব্যবহৃত হয়।

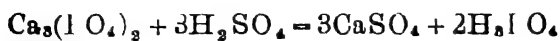
অর্থো ফস্ফোরিক অ্যাসিড,  $H_3PO_4$  —(1) ফসফোবাস পেন্ট অক্সাইডকে গরম জলে যোগ করিলে অর্থো ফস্ফোরিক অ্যাসিড উৎপন্ন হয়। (2) আবার ঠাণ্ডা জলে ফস্ফোরাস পেন্ট অক্সাইড যোগ করিয়া যে মেটা ফস্ফোরিক অ্যাসিড পাওয়া যায় তাহার দ্রবণকে ফুটাইলে অর্থো ফস্ফোরিক অ্যাসিড উৎপন্ন হয়।



পরীক্ষাগারে অর্থো-ফস্ফোরিক অ্যাসিডের প্রস্তুতি একটি গোল তলবীর্টি (round bottomed) 2 লিটার আয়তনের কাচের ফ্লাস্কে 112 ঘন সেন্টিমিটার ঘন নাইট্রিক অ্যাসিড ও অ্যাসিডের আয়তনের দেড়গুণ জল মিশাইয়া লওয়া হয়। এই মিশ্রণে অল্প অল্প করিয়া লোহিত ফস্ফোরাস (31 গ্রাম) যোগ করা হয়। ফ্লাস্কে মুখে টেস্টুই গীতক লাগাইয়া গীতকের বন্ধাবরণের ভিতর দিয়া ঠাণ্ডা জলের প্রবাহচালনা করা হয়। তাহাব পব মিশ্রণটিকে ফুটান হয়। সমস্ত ফসফোবাস দ্রবীভূত হইলে ফ্লাস্ক হইতে সমস্ত দ্রবণটিকে একটি পোর্সিলেন ডিসে চলিয়া আরও 20 ঘন সেন্টিমিটার গাঢ় নাইট্রিক অ্যাসিড যোগ করা হয়। তাহার পব মিশ্রণটি সহ পোর্সিলেন ডিস বালি গাঢ় স্তপ্ত করা হয়। যখন সমস্ত ক্রিয়া শেষ হইয়াছে বলিয়া মনে হয় তখন সামান্য দ্রবণ লইয়া জল মিশাইয়া সিলভার নাইট্রেটের দ্রবণে যোগ করিয়া দেখা হয় যে, কোন কালো রং এবং অধক্ষপ (ফস্ফোরাস অ্যাসিডের জল) পাওয়া যায় কি না। যখন কালো রং এবং অধক্ষপ পাওয়া যায় না তখন দ্রবণটিকে সমপরিমাণ জল মিশাইয়া পরিষ্কারিত করা হয়। এই পরিষ্কৃতকে অল্প একটি পোর্সিলেন ডেস লেয়া অ্যাসবেস্টাস বোতল উপর রাখিয়া 180 সেন্টিগ্রেড উষ্ণতার নীচে বৃষ্ণ সন দীপ দ্বারা উত্তপ্ত করিয়া বাষ্পীভূত করা হয়। যখন দ্রবটি উপযুক্তরূপে গাঢ় হয় তখন গাঢ় দ্রবণকে একটি ছোট পোর্সিলেন বেসিনে লইয়া বায়ুশূন্য শোষণাধারে যে সলফিউরিক অ্যাসিডের উপর রাখা হয় এবং শোষণাধারটি একটি হিমমিশ্রে রাখিয়া শীতল করা হয়। তখন দ্রবণ হইতে অর্থো ফস্ফোরিক অ্যাসিডের উদ্ভাবী কেলাস জমা হয়। যদি উষ্ণতা 180 সেন্টিগ্রেডের উপরে চলিয়া যায় তাহা হইলে মেটা ফস্ফোরিক অ্যাসিড উৎপন্ন হয় এবং দ্রবণটি কেলাসিত হয় না।

অস্থিভস্ম হইতে পণ্য উৎপাদন অস্থিভস্মে ক্যালাসিয়াম ফসফেট  $Ca_3(PO_4)_2$  থাকে। অস্থিভস্মকে পাতলা সলফিউরিক অ্যাসিডের সহিত মিশ্রিত

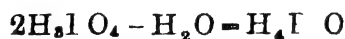
করিয়া কয়েক ঘণ্টা ধবিয়া সীসাব আন্তরণ দেওয়া ট্যাঙ্কে সিদ্ধ করা হয়। তাহাতে অম্লবাহ্য ক্যাপসিয়াম সলফেট ও ফসফোরিক অ্যাসিডের দ্রবণ উৎপন্ন হয়।



অদ্রাব্য ক্যালসিয়াম সলয়েটকে পরিশ্রাবণ দ্বারা পৃথক করা হয়। পবিত্রত দ্রবণকে বাষ্পীভূত করিয়া যখন দ্রবণের আপেক্ষিক গুরুত্ব 1.7 হয় তখন দ্রবণে ৪৫% ফস্ফোবিক অ্যাসিড থাকে। এই দ্রবণে সামান্য অ্যাসিড ক্যালসিয়াম ফস্ফেট  $\text{CaH}_4(\text{P O}_4)$  মিশ্রিত থাকে। এই দ্রবণকে ফস্ফোবিক অ্যাসিডের সিরাপ বলে এবং ইহা বাতলে করিয়া বাত্মাব সেই প্রায়ই চালান দেওয়া হয়।

খনিজ য - এই তে উপায় - । বাস উৎপাদি য সেই উপায়ে তাড়  
চুল্লীতে - খনিজ কাক বাসি তিৎপ্রবাহ দ্বারা উত্তপ্ত করা হয় এবং  
চুল্লীর - ব বা-প্রদ চলন করা যা। । তে ফোঁবােসের দহনে  $I_2O_5$   
এব ক বন মনে কাঠি অব সন ক বন চ । এ - ৭ম শ্রম্য। চুল্লী হইতে  
বস্ত্রাগত - তাক স । কবিয়া জলকণাব (water spray) সতি মিশাইয়া  
বৈদ্যুতিক উদ্যমে অ-ক্ষিপ্ত (Electrostatic precipitation) করিয়া 85,  
যদ্যোবিক অ্যা-পি পাও যায়। ঐ স - ারিক অ্যা-সিড ক্যালসিয়াম ফস্ফেট  
অঙ্কিত হইতে মুক্ত।

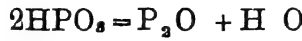
ফস্ফোরিক অ্যাসিডের ধর্ম —(1) অত্যন্ত ক্ষারিক অ্যাসিড বিদ্রুত অবস্থায় উদগ্রাহ্য করণীয় স্বটিকাকার বস্তু। হাব গুলনাক 38.2—42.3 সেন্টিগ্রেড। ১ ভল অত্যন্ত দ্রাব্য। উষ্ণ কবিলে হঠাৎ হইতে ধীরে ধীরে জল বাষ্পীভূত হইয়া চলিয়া যায় এর মিটি অ্যাসিডে রূপান্তরিত হয়। 213 সেন্টিগ্রেড উষ্ণতায় (240 সেন্টিগ্রেড এর পূর্ব উষ্ণতায় ফস্ফাবে) অর্থাৎ ফস্ফোরিক অ্যাসিডের দুই অণু হইতে এক অণু জল অপসারিত হয় এবং পাইরো ফস্ফোরিক অ্যাসিড উৎপন্ন হয়।



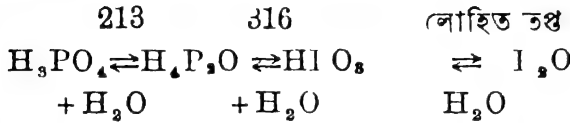
316 সেক্টিগ্রেড উচ্চতায় রাখিলে অর্থো বা পাঠরো ফস্ফোরিক অ্যাসিডের এক অণু হইতে এক অণু জল চলিয়া গিয়া মেটা সোফোরিক অ্যাসিড উৎপন্ন হয়।



মেটা ফস্ফোরিক অ্যাসিডকে আরও উত্তপ্ত করিলে ইহা ফস্ফোরাস পেন্ট অক্সাইডে পরিণত হয়।



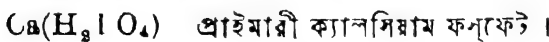
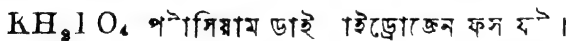
উপরের বিক্রিয়াগুলি উভমুখী অর্থাৎ শেষের উৎপন্ন অক্সাইড বা অ্যাসিডের লবিত জল দিয়া ফুটাইলে পূর্বের ফস্ফোরিক অ্যাসিড উৎপন্ন হয়।



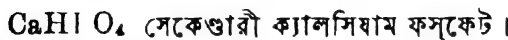
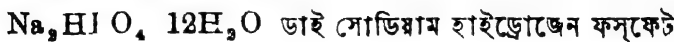
অর্থাৎ ফস্ফোরিক অ্যাসিডের অনুরূপে যে তিনটি শাইড্রোজেন পরমাণু আছে তাহাদের ক্রমে ক্রমে বা একসঙ্গে হাতুঁ ঘাওয়া প্রতিস্থাপিত করা সম্ভব। ইহা ত্রিকারীয় (tribasic) অ্যাসিড। সেই কারণে এই অ্যাসিড হইতে তিন প্রকারের লবণ পাওয়া যাইতে পারে যথা  $\text{MHPO}_4$ ,  $\text{M}_2\text{HPO}_4$  এবং  $\text{M}_3\text{PO}_4$  (M যে কোন একযোগী ধাতুর পৰমাণু)। অর্থাৎ ফস্ফোরিক অ্যাসিডের সম্মিত ধাতব অক্সাইড বা ড্রাইড অথবা ক কোনটির ক্রিয়াব ফলে ন্যূনতম লবণ উৎপন্ন হয়। অর্থাৎ ফস্ফেটগুলিকে সাধারণত ফস্ফেট বলিয়াই অভিহিত করা হয়।

অর্থাৎ অ্যাসিডের একটিমাত্র শাইড্রোজেন পরমাণু হাতুঁ ঘাওয়া প্রতিস্থাপিত হইলে প্রাইমারী (primary) ফস্ফেট দুইটি শাইড্রোজেন পরমাণু হাতুঁ ঘাওয়া প্রতিস্থাপিত হইলে সেকেন্ডারী (secondary) ফস্ফেট ও তিনটি শাইড্রোজেন পরমাণু প্রতিস্থাপিত হইলে টার্সিয়ারী (tertiary) ফস্ফেট পাওয়া যায়।

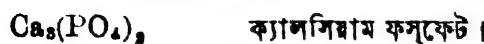
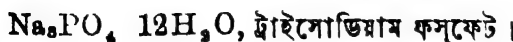
প্রাইমারী ফস্ফেটের উদাহরণ হিসাবে নাম করা যায়—



সেকেন্ডারী ফস্ফেটের উদাহরণ—



টার্সিয়ারী ফস্ফেটের উদাহরণ—

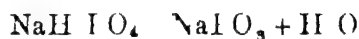




## রসায়নের গোড়ার কথা

কেবলমাত্র কার্ভার টারসিয়ারী ফস্ফেটগুলি (একমাত্র  $\text{Li}_3\text{PO}_4$  ছাড়া) জলে দ্রবণীয়। কিন্তু অল্প সমস্ত কার্ভার টারসিয়ারী ফস্ফেট জলে অদ্রাব্য, কিন্তু পাতলা হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিডে দ্রাব্য।  $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 + 6\text{HCl} = 3\text{CaCl}_2 + 2\text{H}_3\text{PO}_4$  সোডিয়াম ফস্ফেট নামে যাহা পৰীক্ষাগারে বিকারক (reagent) হিসাবে ব্যবহৃত হয় তাহা ডাই সোডিয়াম হাইড্রোজেন ফস্ফেট  $\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ । বস্তুত অর্থাৎ ফসফোরিক অ্যাসিডের দ্রবণকে লিটমাস (Litmus) বা ফিনল থ্যালিনের (Phenol phthalein) সাহায্যে তীব্র ফাবের দ্রবণ দ্বারা প্রশমিত করিলে উহা অল্প-একটি শাইড্রোজেন প্রতিস্থাপিত হয়। সেই ক্ষেত্রে ফস্ফেট উৎপন্ন হয়। কিন্তু মিথিল অরঞ্জ (Methyl orange) এর উপস্থিতিতে তীব্র ফাবের দ্রবণ দ্বারা প্রশমিত হইলে সাধারণ ডাই সোডোজেন ফস্ফেট উৎপন্ন হয়। এই প্রশমনক্রিয়াটিকে প্রতিক্রিয়া বর্ণিত হয়।

এই প্রক্রিয়ায় যেই সোডিয়াম ফস্ফেট বিভিন্ন লবণ দ্বারা উপরোক্ত পদ্ধতিতে প্রস্তুত হয়। প্রস্তুতকৃত ফস্ফেটগুলির আন্তরিক গুণগত পার্থক্যের কারণে তাহাদের ব্যবহার ভিন্ন ভিন্ন হয়।



সকলও জানেন যে ফস্ফোরিক অ্যাসিড (প্রায় প্রায়) ১০০% এবং উত্তরাংশ জল-সংকটের পার্থক্য দ্বারা প্রভাবিত হয়।



এই প্রক্রিয়ায় যেই লবণ দ্বারা প্রস্তুত করা হয় তাহা বিভিন্ন প্রকারের হয়। সকলও জানেন যে ফস্ফোরিক অ্যাসিড (প্রায় প্রায়) ১০০% এবং উত্তরাংশ জল-সংকটের পার্থক্য দ্বারা প্রভাবিত হয়।

ফসফোরিক অ্যাসিডের পরীক্ষা শুধু পরীক্ষা একমাত্র ফস্ফোরিক অ্যাসিডের দ্বারা প্রস্তুতকৃত ফস্ফেটগুলির আন্তরিক গুণগত পার্থক্যের কারণে তাহাদের ব্যবহার ভিন্ন ভিন্ন হয়।

আর্জ পরীক্ষা — (১) অর্থাৎ ফসফোরিক অ্যাসিডের বা অর্থাৎ ফসফেটের দ্রবণের কয়েক পিঁট একটি পরীক্ষামূলক পাত্রে তার মধ্যে অল্প পরিমাণে

অ্যামোনিয়াম মলিব ডেটের দ্রবণ ও গাঢ় নাইট্রিক অ্যাসিড মিশাইয়া দ্রবণ উৎপাদন করিলে বা কাঁকাইলে চমৎকার হলুদবর্ণের অধ ক্ষেপ পাওয়া যায়। আসেনেটিক অ্যাসিডের বা আসেনেটের দ্রবণও উক্তরূপে হলুদবর্ণের অধ ক্ষেপ দিয়া থাকে। কিন্তু তাহার ক্ষয় মিশ্রণকে ফুটাইতে হয় এবং অধ ক্ষেপের পরিমাণও কম হয়।

(২) অর্থো ফস্ফেটের দ্রবণে সিলভার নাইট্রেটের দ্রবণ যোগ করিলে হলুদবর্ণের অধ ক্ষেপ (সিলভার অর্থো ফস্ফেট) পাওয়া যায়। মেটা ফস্ফেটের ও পাইরো ফস্ফেটের দ্রবণের সহিত সিলভার নাইট্রেট সাদা অধ ক্ষেপ দিয়া থাকে। আসেনেটের দ্রবণের সহিত বাদামী রংএব অধ ক্ষেপ পাওয়া যায় এবং ফস্ফেট ও আসেনেট সিলভার নাইট্রেটের দ্রবণের সামান্য স্বেচ্ছা চিনিতে পারা যায়।

(৩) ম্যাগনেসিয়া মিশ্রণ (Magnesia mixture যাশাতে ম্যাগনেসিয়াম ক্লোরাইড অ্যামোনিয়াম সারাইড এবং অ্যামোনিয়া মিশ্রিত থাকে) অর্থো ফস্ফেটের দ্রবণ যোগ করিলে ম্যাগনেসিয়াম অ্যামোনিয়াম ফস্ফেটের ( $MgNH_4PO_4 \cdot 6H_2O$ ) সাদা অধ ক্ষেপ পাওয়া যায়। আসেনেটের সহিতও ম্যাগনেসিয়া মিশ্রণ যোগ করিলে ম্যাগনেসিয়াম অ্যামোনিয়াম আসেনেটের ( $MgNH_4AsO_4$ ) সাদা অধ ক্ষেপ পাওয়া যায়। ক্রোমিয়াম ম্যাগনেসিয়া মিশ্রণ দিয়া ফস্ফেট ও আসেনেট পাওয়া যায়।

**দ্রষ্টব্য** - বসাই অর্থাৎ (১) ও (৩) লক্ষ্য রাখিয়া লক্ষ্য করিলে একান্ত মেটা ফস্ফেট বাই অর্থাৎ নব ওকন ( $Na_2HPO_4$ )। হৃদয় প্রকার ফস্ফেটের দ্রবণের সহিত অর্থাৎ নব ওকন প্রকাশ্য।

**কৃত্রিম ফস্ফেট সাব** প্রাণী ও উদ্ভিদ পাতার অতিশয় ও হেগঠনে নাইট্রোজেন ও ফস্ফোরাস উভয় মৌল প্রয়োজন। উদ্ভিদ মাটি হইতে নাইট্রোজেন ও ফস্ফোরাস প্ৰতি লাভ করে এবং তাহাদের ফলমূল ও বীজে সাধাবাত তাহাদের এই লাভ লাভ জীবজগতের উপযোগী নাইট্রোজেন ও ফস্ফোরাস ঘটিত খাদ্য তৈয়ারী করিয়া সঞ্চয় করে। পরে এই সমস্ত ফলমূল ও বীজ দ্বারা জীবজগৎকে এই লাভ তাহারা পরিবেশন করে। তবে মানুষ ও অন্যান্য মাংসাশী প্রাণী দুই ভিন্ন মাংস প্রভৃতি প্রাণিজাত দ্রব্য হইতেও নাইট্রোজেন ও ফস্ফোরাস ঘটিত খাদ্য সংগ্রহ করিয়া থাকে। নাইট্রোজেন ঘটিত যৌগ যেভাবে জমিতে স্বাভাবিক উপায়ে ও কৃত্রিমভাবে সরবরাহ হয় সে সম্বন্ধে বিশদভাবে পূর্বের



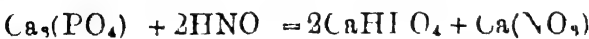
**সুপার ফস্ফেট অফ লাইমের ( Super phosphate of lime ) পণ্য উৎপাদন** ঘূর্ণায়মান পাখারূপে চালাই লোহার সিলিন্ডারে ( cylinder ) খনিজ ফস্ফাটের গুঁড়ো ও সলফিউরিক অ্যাসিড ( ঘনত্ব 15 ) মিথস্ক্রিয়া পাখার ঘূর্ণায়মান ভাবে বিক্রিয়া হয় এবং মিশ্রণটি তখন অবস্থায় থাকে। এখন এই তরল মিশ্রণটিকে একটি শিফট নির্মিত গর্তে ঢেলে দেওয়া হয় এবং অধিক ভর্তি করিয়া চাকনা দিয়া গর্তটি বন্ধ করিয়া দেওয়া হয়। মিশ্রণটি উত্তপ্ত হইয়া উঠে এবং নানাবিধ গ্যাসীয় পদার্থ (যথা  $\text{CO}$ ,  $\text{SiF}_4$ ,  $\text{HI}$  ও  $\text{HCl}$ ) উৎস্রুত হয় এবং ছিদ্র দিয়া বাহির হইয়া উঠে (tower) গিয়া যায়। দুই এক দিন পরে গর্ত হইতে সুপার ফস্ফেটটি বের করিয়া আনিয়া রাখা হয় এবং স্টোর টেম্পারেচার বড় ঘরে বায়ুপ্রবাহে বাতায়িত হইতে দেওয়া হয়। ড্রাম (drum) ভর্তি করা হয়। এই ড্রামে চাকনা সার্বক্ষণিক বাতায়িত বিক্রিয়া করে।



এই সুপার ফস্ফেটটি হিট্রিদেব প্রাণের সার হিসাবে জমিতে প্রয়োগ করা হয়। জমির সর্বত্রই ক্রিয়াকারী হয়। আলোর প্রভাবের কারণে বাস এক সাবে বসিয়া থাকিলে তাই সার্বাঙ্গুণ্য সর্বসিদ্ধি বর্ণনা করা যায় এবং এই সুপার ফস্ফেট বাতায়িত পাইয়া যায়। এটি সকল সারের মতো (1) নাইট্রোজ সুপার ফস্ফেট এবং (2) অ্যামোনিয়াস সুপার ফস্ফেটের মতো হয়।

### (1) নাইট্রেটেড সুপার ফস্ফেট ( Nitrated Super phosphate )

নিজ ফস্ফোরাসেট ও তাইব ওহনেব এক চাকনা পাখারূপে অ্যাসিড মিশ্রিত করিলে বিক্রিয়া টিয়া সেকণ্ডারী ক্যালসিয়াম সালফেট ও ক্যালসিয়াম নাইট্রেটের মিশ্রণ উপস্থাপিত হয়। এই সাধারণ সুপার ফস্ফেটের মতোই সার হিসাবে অধিক কার্যকরী



**(2) অ্যামোনিয়াসেটেড সুপার ফস্ফেট ( Ammoniated Super phosphate )** সাধারণ সুপার ফস্ফেটের সহিত অ্যামোনিয়াম নাইট্রেট মিশ্রিত হলে এই সার পাওয়া যায়।

কৃত্রিম সার উপযুক্ত পরিমাণে জমিতে প্রয়োগ করা হয়। সারের পরিমাণ বেশী হইলে ফসলের ক্ষতি হইবার সম্ভাবনা।

27 মণ গম উৎপাদনের জন্য প্রায় 8½ সব ফস্ফোরাসের প্রয়োজন হয়।





সোডিয়াম আর্সেনেট (  $\text{Na}_2\text{HAsO}_4 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$  ) বস্ত্রশিল্পে এবং ক্যালিকো প্রিন্টিং এবং ( Calico printing ) কাঁচের কাপড় ছিট উৎপাদন কবিত্তে ব্যবহৃত হয়।

### Question

1 Give a comparative account of the properties of nitrogen and phosphorus showing that they belong to the same family

১। নাইট্রজ ও ফসফরাসের বৈশিষ্ট্যের তুলনামূলক আলোচনা কর।

2 Name with formulae the important naturally occurring compounds of phosphorus. Give the method of manufacture of phosphorus and carry out the application of electricity. Explain the reactions by equations. State the physical and chemical properties of phosphorus

২। ফসফরাসের গুরুত্বপূর্ণ প্রাকৃতিক যৌগগুলির নাম ও সংকেত লিখ। ফসফরাসের প্রস্তুতির পদ্ধতি বর্ণনা কর। বিদ্যুৎ প্রয়োগের প্রয়োগ ব্যাখ্যা কর। ফসফরাসের রাসায়নিক ও ভৌত বৈশিষ্ট্য লিখ।

3 What are the allotropic modifications of phosphorus? Describe the nature of preparation of red phosphorus from white phosphorus

৩। ফসফরাসের ত্রৈকীয় পরিবর্তন কী? লোহিত ফসফরাসের প্রস্তুতি বর্ণনা কর।

4 Describe the preparation of phosphoric acid from phosphorus. Give the method of preparation of phosphoric acid from phosphorus. Give the method of preparation of phosphoric acid

৪। ফসফরাসের প্রস্তুতি বর্ণনা কর। ফসফরাসের প্রস্তুতির পদ্ধতি বর্ণনা কর।

5 Describe the process of manufacture of phosphorus. How can white phosphorus be converted into red phosphorus? Give a comparative account of the properties of white and red phosphorus

৫। ফসফরাসের প্রস্তুতির পদ্ধতি বর্ণনা কর। লোহিত ফসফরাসকে কীভাবে লোহিত ফসফরাসে পরিবর্তিত করা যায়? লোহিত ও লোহিত ফসফরাসের বৈশিষ্ট্যের তুলনামূলক আলোচনা কর।

6 Describe the following reactions with equations — (a) white phosphorus is heated with caustic soda solution (b) red phosphorus

is heated with concentrated nitric acid (c) chlorine gas is passed through water in which white phosphorus is placed" (d) water is added drop by drop on a mixture of red phosphorus and iodicine

৬। নি লিখিত বিক্রিয়াগুলি সমীকরণ সহকারে বর্ণনা কর — (ক) যেত ফস্ফোরাসের সহিত কষ্টিক সোডার দ্রবণ মিলাইয়া উত্তপ্ত করা হইল, (খ) বোহিত সস্রোতকে গাঢ় নাইট্রিক অ্যাসিডের সহিত মিশাইয়া উত্তপ্ত করা হইল (গ) স্বেচ্ছাসূচক স্বেচ্ছাভিত্তিক বাধি। তাহা উপর দিয়া ক্লোরিন গ্যাস চালানো হইল (ঘ) লোহিত সস্রোতের সহিত অ্যামোনিয়াম মিলাইয়া সেই মিশ্রণে উত্তপ্ত করেটা ফোটা করা হইল।

7 Describe with equations the action of (a) cold water and (i) hot water on phosphorus tri oxide

৭। সোডিয়াম ক্লোরাইডের উপর (ক) জল এবং (খ) গরম পানির বিক্রিয়া সমীকরণ সহকারে বর্ণনা কর।

8 What is a cold flame? Describe how it is generated

৮। শীতল জ্বলন কীভাবে হয়। কীভাবে উৎপন্ন হয় তা বর্ণনা কর।

9 Write with formulae the different types of phosphates that are met with What is superphosphate of lime? Describe the method of manufacture of superphosphate of lime and state its use

৯। বিভিন্ন ধরনের ফসফেটের নাম লিখি। দেখাও। সুপারফসফেট কীভাবে তৈরি করা হয় তা বর্ণনা কর।

10 State exhaustively the proof that phosphorus is a member of the nitrogen family What are arsenites and arsenates? State exactly the uses of arsenites and arsenates

১০। অক্সিজেনের পরিবর্তে ফসফরাসের বৈশিষ্ট্য লিখি। অর্সেনাইট এবং অর্সেনেট কীভাবে তৈরি করা হয় তা বর্ণনা কর।

11 Fit in exactly the statements in column I with the statements in column II —

Column I	Column II
(i) White phosphorus is	(i) insoluble in carbon disulphide
(ii) Phosphorus tri oxide	(ii) does not react with hot water
(iii) Red phosphorus	(iii) soluble in carbon disulphide
(iv) Phosphorus hydride or phosphine	(iv) reacts with hot water with the production of phosphoric acid



১১। নতুন প্রথম স্তর এ নিম্নিত উক্তিগুলিব সহিত দ্বিতীয় স্তর উল্লিখিত উক্তিগুলি সঠিকতা ব যোগ কর —

প্রথম স্তর

দ্বিতীয় স্তর

- |                           |                                      |
|---------------------------|--------------------------------------|
| (i) যেকোনো                | (ii) কার্বন ডাই সল ফাইডে অদ্রবণীয়।  |
| (iii) সল বস স্ট্র অক্সাইড | (iv) গরম —লের সহিত বিক্রিয়া কবে না। |
| (v) ল ক সল ফ স            | (vi) কার্বন ডাই সল ফাইডে অদ্রবণীয়।  |
| (vii) স স হাইড্রাই বা ফসফ | (viii) গরম জলব সহিত বিক্রিয়া দ্বারা |
- । সঠিক পদ্ধতিতে পেরে নে।

12. Describe briefly how the following substances are prepared  
(a) orthophosphoric acid from bone ash (b) red phosphorus from white phosphorus [Higher Secondary West Bengal 1960]

(a) অক্সাইড হাইড্রাই বা ফসফ (b) রেড ফসফরাস  
সল লে ক ফ কিস্ত পেরে নে ক স ব ম স

13. (a) Describe briefly how the following substances are prepared  
(i) orthophosphoric acid from bone ash (ii) red phosphorus from white phosphorus [Higher Secondary West Bengal 1961]

(a) অক্সাইড হাইড্রাই বা ফসফ (b) রেড ফসফরাস  
সল লে ক ফ কিস্ত পেরে নে ক স ব ম স

14. What are (a) bone black (b) bone white? State the use of orthophosphoric acid (i) white phosphorus. What is superphosphate of lime and what is its use?

[Higher Secondary West Bengal 1962]

(a) অক্সাইড হাইড্রাই বা ফসফ (b) রেড ফসফরাস  
(ক) সল লে ক ফ কিস্ত পেরে নে (খ) সল লে ক ফ কিস্ত পেরে নে  
কর। সল লে ক ফ কিস্ত পেরে নে (গ) সল লে ক ফ কিস্ত পেরে নে

# বিংশ অধ্যায় কার্বন ও ইহার অক্সাইড ( Carbon and its Oxides )

কার্বন

সংকেত C

পারমাণবিক ওজন 12

অবস্থান — যুক্ত অবস্থায় কার্বন প্রকৃতিতে প্রচুর পরিমাণে পাওয়া যায়। ইহা  
চীরক (diamond) ও গ্রাফাইট (graphite) রূপে স্ফটিকাকারে (crystalline)  
বস্তু নীচ (coal) অব্যবহৃতাকারে (amorphous) পাওয়া যায়। কয়লা  
সম্পূর্ণ রূপে কার্বন দ্বারা গঠিত নয়। তাহাতে অনেক অপরক উপাদান আছে। কয়লার  
প্রতি মাল ও থাকে এবং অনেক জৈব পদার্থ আছে।

যুক্ত অবস্থায় প্রাণী ও উদ্ভিদদ্বারা ইহা প্রচুর পরিমাণে পাওয়া যায়। ইহা  
প্রাণীজন্তু (যে) তাহা কার্বন রূপে পোষ্য লাভ করে ও সস্তুপে ইহা  
প্রাণীজন্তু না হইলে অস্তুপের স্তম্ভে যুক্ত অবস্থায় জীবদেহে প্রাণী  
কার্বন পাওয়া (কর) প্রাণীজন্তু ও অজীব (যে) ও অস্থায়ী জৈব  
পদার্থ পাওয়া যায়। কার্বন অক্সাইড (CO) ও কার্বন ডাই অক্সাইড (CO<sub>2</sub>)  
(CaCO<sub>3</sub>) বা ম্যাগনেসিয়াম কার্বোনেট (MgCO<sub>3</sub>) ইহা দেখা যায়। বায়ুর  
কার্বন অক্সাইড কার্বনের একটি প্রাকৃতিক মণ। কার্বনের যৌগের সংখ্যা  
এত অধিক যে তাহাদের বিষয় রচনা করিলে একটি পুস্তক লেখা যায় (Organic)  
রসায়ন নামে। তাহা আলোচিত হইবে।

কার্বন প্রাণী কালী উদ্ভিদ হইতে পাওয়া যায়। শুষ্ক উদ্ভিদের দেহে  
প্রায় শতকরা 10 ভাগ কার্বন থাকে। পূর্ব পূর্ব যুগে ভূমিকম্প ও অগ্নিবিশ  
আলোড়নের ফলে দার্ঘ বনানী তাহার উদ্ভিদ সম্পদসহ মাটির নীচে চলিয়া  
গিয়াছিল। সেই উদ্ভিদসমূহ পৃথিবীর অভ্যন্তরস্থ তাপে ও ভূপৃষ্ঠের চাপে কার্বনে  
রূপান্তরিত হইয়াছে। এই কার্বনে রূপান্তর ধাপে ধাপে সংঘটিত হয়। প্রথম ধাপে  
পিট (peat) কয়লার গঠন হয়। ইহাতে প্রায় শতকরা 68 ভাগ কার্বন থাকে।  
দ্বিতীয় ধাপে উদ্ভিদদেহ অনেক দিন ধরিয়া মাটির নীচে থাকার ফলে তাহার উপর

পল্লিক্রিয়া স ঘটত হয় এবং লিগনাইট ( 'ignite ) কয়লা গঠিত হয় । লিগনাইটে প্রায় শতকরা ৬৬ ভাগ কার্বন থাকে । তাহাব পবের ধাপে মাটির বহু নীচে থাকায় যুগ যুগ ধরিয়া উচ্চ তাপ এবং অধিক তাপে উদ্ভিদদেবে যে পরিবর্তন সাধিত হয় তাহার ফল প্রথমে বিটুমিনাস কয়লা ( bituminous coal ) এবং পরিশেষে অ্যানথ্রাসাইট কয়লা ( anthracite coal ) উদ্ভূত হয় । বিটুমিনাস কয়লা নরম এবং ইতে শতকরা ৭৬—৮৮ ভাগ কার্বন থাকে । ইহা ছাড়া ইহাতে হাইড্রোজেন নাই জেন ও সালফার থাকে । এই কয়লায় কোল গ্যাস ( coal gas ) প্রস্তুত ব্যবহৃত হয় । অ্যানথ্রাসাইট কয়লা খুব শক্ত এবং ইহাতে শতকরা ৮৬ ভাগ কার্বন থাকে ।

### কাবনের বহুকপতা ও কপভেদ

कान कान (यादिक २५ प्रकृत - नि ७ क्र २२) याय ।

[illegible]

কাবনের কণভেদ — ১ বক পদার্থ স্বর্ন প্রকৃতিতে পূর্ণ ছুই ভাগ  
 দেবে। ১ ওয় ১ ক্ষটিকাকানে অনিষতাকারে। আবরক বনের  
 ক্ষটিকাকাররূপ পদার্থ দ্বািয (১) হীরক বা ডায়মণ্ড (Diamond)  
 ও (২) গ্রাফাইট (Graphite)। নিষতকার কার্ভারর রূপভনের নাম—  
 (১) পেশারণ অজার প চারকোল (charcoal) (২) ঝুল, ভূসা বা ল্যাম্প  
 ব্ল্যাক (lamp black) (৩) কমলা বা কোল (coal), (৪) কোক (coke)  
 এব (৫) গ্যাস কাবন (Gas carbon)।

৩ কার্বন

ক্ষটিকাকার

অনির্জাতাকার

হাবক	গ্র্যাফাইট	অসাব	ভূসা	কোল
	কাঠকয়লা (Wood charcoal)	প্রাণীজ কয়লা (Animal charcoal)	কোক	গ্যাস কার্বন

অস্থি কয়লা

রক্ত কয়লা

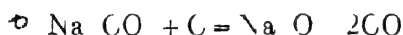
\*(Bone charcoal) (Blood charcoal)

এই সমস্ত কয়লি রূপে লব্ধ কার্বন। অধিক মনে করেন যে পানুর কয়লা  
এককাল সমন্বিত (homogeneous) পদার্থ নহে। ইহা ত কিছুটা কার্বন মুক্ত  
এবং অ্যাক্সিজেন আছে। সমস্ত পানুর কয়লা কার্বনের বহুরূপ বলিয়া গণ্য করা  
যা না।

ক্ষটিকাকার কার্বন - (১) হাবক - এক নিজস্বভাবে দক্ষিণ আফ্রিকা  
ব্রাজিল ভারত ও রাশিয়ার কাল বর্মণ ও মুক্তপ্রদেশে পাওয়া যায়। তবে  
পৃথিবীর অধিকাংশ হাবক দক্ষিণ আফ্রিকাতে আদিষ্ট থাকে। সাধারণত  
রক্তের বর্ণের ৭ বিদ্রাভ। তবে সমস্ত সময় তা নিলাভ বক্ত বর্ণান্ত সবুজ  
অনির্জাত বা কালো বর্ণের। তাই ন হাতে বা প্রকার অশুদ্ধি বর্তমান  
থাকে। কালো রএন হাবকে কার্বোনেডো (carbonado) বা বোর্টার্ট  
(boart) বলে। এই কালো হাবকেব রক্ত সাবে কোন দাম নাই। দক্ষিণ  
আফ্রিকায় হীরকের খনিতে হাবক পাথবেব সহিত মিশিয়া থাকে। খনি হইতে  
তুলিয়া পাথবেব টুকরাওলিকে জলবাতাসে ফেলিয়া বাখা হয়। তাহাতে বড়  
টুকরাগুলি ভাঙ্গিয়া ছোট টুকরায় পবিবর্তিত হয়। এই ছোট টুকরাগুলি পরে  
যন্ত্রের সাহায্যে আবও ছোট টুকরাব ভাঙ্গিয়া জলের সহিত মিশাইয়া চর্বি-  
মাখানো টেবিলের উপর দিয়া চালনা করা হয়। ক্ষুদ্র ক্ষুদ্র ভাঙ্গী হীরকের



অসল হীৰক চোৱা যায়। বাসায়নিক বিকাৰক দ্বাৰা হীৰক সাধাৰণত আক্ৰান্ত  
 য় না। ই অ্যান্টিড ক্ৰাফ ক্ৰোৱিণ বা প্যাসিয়াম দ্বাৰাও আক্ৰান্ত  
 য় না। কিন্তু ধীৰে ধীৰে উত্তাপ দিয়া উচ্চ টেম্পাৰেচাৰত গেল ই ফুলিয়া  
 উঠে। এনে কালো কয়লায় ৰূপান্তৰিত হয়। যি ক টেম্পাৰেচাৰ বা বিদ্যুৎ  
 অধিভাৰে ইহাকে উত্তপ্ত কৰিলে ইহা পুৰ্ণৰূপে কাৰ্বন ডাই অক্সাইড পৰিণত হয়।  
 প্যাসিয়াম ডাই ক্ৰোমেট ও ঘন সলফিউৰিক অ্যাসিডেৰ সতি শীৰককে উত্তপ্ত  
 কৰিলে ধীৰে ধীৰে কাৰ্বন অক্সাইড গ্যাস উৎপন্ন হয়। গলিত সোডিয়াম  
 কাৰ্বাইডেৰ সতি ইহাৰ বিক্ৰিয়া টাৰাৱাক এনে কাৰ্বন অক্সাইড উৎপন্ন হয়।



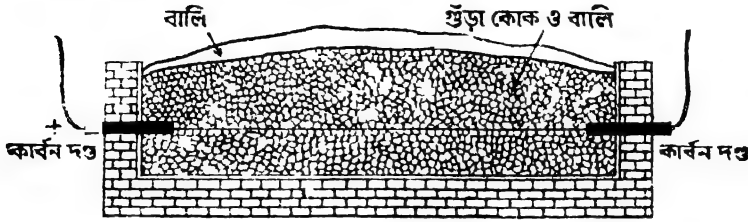
হীৰকেৰ ব্যবহাৰ — হীৰকেৰ অসংখ্য ৰূপ ব্যবহৃত হয়। কিছু  
 হীৰক আশৰ সুক্ষ্ম কাঁচৰ স্তম্ভ বচন টেম্পাৰেচাৰত ব্যৱহৃত হয়। শীৰকচূৰ্ণ  
 পানিৰ বাকজত লতায় দাব দিয়া বস্তু কালো বক স্ফেদিত কৰিব  
 দিয়াৰে ইহাৰ ব্যৱহাৰ হয়। এনে পাত্ৰকাটি ইহাৰ ওপৰত কাঁচৰ কাঁচৰে  
 ব্যৱহাৰ হয়।

(২) গ্ৰাফাইট — গ্ৰাফাইট এটি কৰ্ণাট (grapho) এ শব্দটি  
 তেৰে নামিয়াইছে। গ্ৰাফাইট কৰ্ণাটৰ বাছা প্ৰিফেৰেন্স I write—“ য  
 লেখ। কাগজেৰ উপৰি শিবে উঠা এটি কৰ্ণাটৰে বলিয়া এই নাম উহাকে  
 দিয়া হয়। ইহা সমস্ত লেখাৰ সামগ্ৰী পেনসিল (Lead pencil) বা কাঠেৰ  
 পেনসিল বাছাবে পাওৱা যায়। ইহাৰ কাঁচৰ সীমা ২ কৰন উহাৰ ভিতৰে  
 দিয়া লগা হয় তাহা গ্ৰাফাইট কৰন।

গ্ৰাফাইট মিজিফি সাৰে সৰল সমবৰ্ণিতা যুৰুবাণ্ড ও ইতালিতে পাওয়া  
 যায়। খনিজেৰ নাম লামবেগ (Lumbago) এব কালো ষটকোণী  
 (hexagonal) স্ফটিকাকাৰে ই। খনিজেৰ ভিতৰ থাকে। ইহা বিভিন্ন প্ৰয়োজনে  
 অত্যধিক পৰিমাণে ব্যবহৃত হয় এব সঠিক কাৰণে খনিজ হিসাবে পাওয়া গেলেও  
 ইহাৰ পণ্য উৎপাদন প্ৰয়োজন হয়।

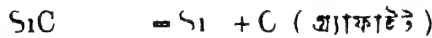
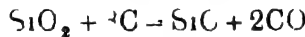
গ্ৰাফাইটৰ পণ্য উৎপাদন — কৃত্ৰিম হীৰক প্ৰস্তুতৰ প্ৰণালী বৰ্ণনাকালে  
 বলা হৈছে যে বেলীৰ ভাগ চিনিৰ অঙ্গাৰ গ্ৰাফাইটে ৰূপান্তৰিত হয়। তাই  
 কয়লাৰ বা কেলৰ ওড়া ও লোহাকে তড়িৎচুম্বীতে 3000 সেণ্টিগ্ৰেডে উত্তপ্ত

করিয়া সহসা ঠাণ্ডা করিলে গ্র্যাফাইট উৎপন্ন হয়। হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিডদ্বারা লৌহা গলাইয়া অপসারিত করিলে গ্র্যাফাইট পাওয়া যায়।



চিত্র নং ২২

**অ্যাকেসন পদ্ধতি (Acheson Process)** — ন হেথ্রা গলপ্রাপ্তের নিকট অল্পব্যয় তড়িৎ উৎপন্ন করা সম্ভব হওয়ায় সেখানে এই পদ্ধতিতে গ্র্যাফাইটের পণ্য উৎপাদন সম্ভব হইয়াছে। এই পদ্ধতিতে অত্যন্ত ইথরমিত একটি প্রকাণ্ড চুল্লিতে বালি (সিলিকা  $\text{SiO}_2$ ) এবং গুঁড়া কোকবিশ্রাণে দুইটি গ্র্যাফাইট কার্বনের দণ্ড প্রাচুর্যমান থাকে। উক্ত গ্র্যাফাইট কার্বনের দণ্ডের সাহায্যে, মিশ্রণে উচ্চ তাপ তড়িৎ প্রস্রুতি করিয়া মিশ্রণকে  $2\frac{1}{2}$  হইতে ৩৬ ঘণ্টা পর্যন্ত অতি উচ্চ উষ্ণতা (প্রায় ৪০০০ স্কেলি গ্রা) উত্তপ্ত করা হয়। মিশ্রণের উপর বালির স্তূপদ্বারা ঢাকা দেওয়া থাকে। প্রথম রাসায়নিক বিক্রিয়ার ফলে সিলিকন কার্বাইড ( $\text{SiC}$ ) উৎপন্ন হয়। পরে প্রতিবন্ধক উষ্ণতায় ইহা নিম্নিষ্ট হইয়া সিলিকন ও গ্র্যাফাইট কার্বন উৎপন্ন হয়। সিলিকন উক্ত উচ্চ উষ্ণতায় বাষ্পীভূত হইয়া উঠিয়া যায় এবং কেবল গ্র্যাফাইট পড়িয়া থাকে।



**জটিলতা** — এই পদ্ধতিতে লৌহা গলপ্রাপ্ত করা হয়। সিলিকা ব্যবহার করা হয়।

**গ্র্যাফাইটের ধর্ম** — গ্র্যাফাইটের ধর্মবর্ণনায় স্ফটিকাকার কঠিন পদার্থ; ইহার স্ফটিকগুলি ষড়কোণী (hexagonal)। ইহার পাতপদার্থের মত একটি দ্ব্যতি আছে। ইহার মত এবং ইহার স্পর্শ পিচ্ছিল। ইহার ঘনত্ব ২.২। ইহা ধাতুর মত তাপ ও বিদ্যুতের উত্তম পরিবাহক। ইহার কাগজে ঘসিলে কালো দাগ পড়ে। সেজন্যই ইহার অন্য নাম কাল সোঁতা (black lead) বা প্লামবেগো (plumbago)।

অক্সিজেন গ্যাসে 700° সেন্টিগ্রেডে উত্তপ্ত করিলে গ্র্যাফাইট পুড়িয়া কার্বন ডাই অক্সাইড উৎপন্ন কবে। পটাসিয়াম ক্লোরেট নাইট্রিক অ্যাসিড ও সলফিউরিক অ্যাসিডের মিশ্রণের সহিত গ্র্যাফাইট যাগ করিয়া ফুটাইলে উহার কিছুটা গ্র্যাফাইটিক অ্যাসিডে পরিবর্তিত হয়। পটাসিয়াম ডাই ক্রোমেট ও সলফিউরিক অ্যাসিডের মিশ্রণের সহিত গ্র্যাফাইটকে উত্তপ্ত করিলে কার্বন ডাই অক্সাইড উৎপন্ন হয়।

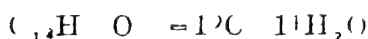
**গ্র্যাফাইটের ব্যবহার** —গ্র্যাফাইট কাঠের দীপ পেনসিল প্রস্তুতে পিচ্ছিল কাবক তৈলের ( lubricating oil ) উপাদান হিসাবে বড় বড় পগব (plumbago crucibles) তৈয়ারি করিতে ও বারুদ পালিশ করিতে ব্যবহৃত হয়। তড়ৎ ও তাপের সুপরিবাহী হিসাবে উহা তড়িৎচুম্বী প্রস্তুতে এবং তড়িৎ বিপ্রক্ষেপে গ্র্যাফাইট দণ্ড তড়িৎস্বাক্ষরকার্যে ব্যবহৃত হয়। সময় সময় শুষ্ক ব্যাট বিতেও ইহার ব্যবহার হইতে দেখা যায়।

**অনিয়তাকার কার্বন** —(১) অক্সার (Charcoal) (ক) (১) উদ্ভিজ্জ অক্সার বা কাঠকয়লা ( Wood Charcoal ) কাঠ আশিকভাবে পাড়ালে হইলে উহা অক্সার পরিবর্তিত হয় এবং সেই কালে অক্সার ক কাঠকয়লা বলে। কাঠকে আশিকভাবে পাড়ানোর ক্ষয় মাটির ভিতর বড় গর্ত করিয়া তাহা কাঠের টুকরা দিয়া ভর্তি করা হয়। গর্তের উপরটা মাটি ও ঘাসের চাপড়া দিয়া ঢাকিয়া দেওয়া হয়। কেবলমাত্র গ্যাস দ্বারা বহুবার ভ্রম একটি পথ রাখা হয়। তাহাব পরে কাঠে আগুন ধরাইয়া দেওয়া হয়। ইহাতে কিছু কাঠ পুড়িয়া যায় এবং সেইভাবে যে তাপ উদ্ভূত হয় তাহাতে অবশিষ্ট কাঠগুলি কয়লায় পরিণত হয়। ইহাতে কাঠের উদ্বায়ী বস্তুসকল নষ্ট হয়। তাই বর্তমানে উন্নত প্রণালীতে কাঠের অস্বচ্ছ মপাতন ( destructive distillation ) দ্বারা কাঠকয়লা উৎপাদন করা হয় এবং তাহাতে কাঠের উদ্বায়ী বস্তুগুলি সংগ্রহ করা সম্ভব হয়। বৃহৎ বন্ধ লোহার বকযন্ত্রে কাঠের টুকরা বোঝাই করিয়া উহাকে বাহির হইতে প্রায় 30 বন্ট ব্যাপিয়া তীব্রভাবে উত্তপ্ত করা হয়। বকযন্ত্রটির উপরে একটি নির্গমনল লাগানো থাকে ঐ নির্গমনল দিয়া যে সকল উদ্বায়ী বস্তু উৎপন্ন হয় তাহা বাহির হইয়া আসে। উদ্বায়ী বস্তুকে ঠাণ্ডা করিলে কিছুটা তবল পদার্থে পরিণত হয় এবং কিছুটা গ্যাসরূপে থাকিয়া যায়। এই গ্যাসীর উদ্বায়ী পদার্থে কার্বন মনোক্সাইড হাইড্রোজেন মিথেন প্রভৃতি দ্রব্য গ্যাস মিশিয়া থাকে। এই গ্যাসের মিশ্রণকে কাঠ গ্যাস ( wood



gas) বলা হয় এবং ইহা আলাদারূপে ব্যবহৃত হয় এমন কি লোহাব বকযন্ত্র উদ্ভূত করিতেও এই গ্যাসই ব্যবহৃত হইয়া থাকে। উদ্যমী বস্তুকে ঠাণ্ডা করিলে যে তবল বস্তু পাওয়া যায় তাহা খিতাইলে এই অংশে ভাগ হইয়া যায়—(1) উপরে বক্তব্য অংশ ইহা পাইবোলিগনিয়াস অ্যাসিড (pyroligneous acid) বনে। ইহা হইতে মিথিল অ্যালকোহল (methyl alcohol  $\text{CH}_3\text{OH}$ ) অ্যাসিটিক অ্যাসিড (acetic acid  $\text{CH}_3\text{COOH}$ ) অ্যাসিটোন (acetone  $\text{CH}_3\text{COCH}_3$ ) প্রভৃতি ভেদপদ পাওয়া যায়। (2) নীচে আলকাতারার অংশ ইহা হইতে ফিনোল (phenol  $\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}$ ) জাতীয় মূল্যবান পদার্থ পাওয়া যায়। বকযন্ত্রে অবশেষে পড়িয়া থাকে তাহার কয়লা।

(ii) নারিকেলের মালাইএর কয়লা—এহরূপভাবে নারিকেল মালাইএর অল্পমাত্রা নব্বাড়া নারিকেল দাঁপা নারিকেলের অংশ পাওয়া যায়। গ্যাসের শোধনের জন্য ইহা লেমাচাউর কয়লা (Lecoand's Charcoal) অংশে উপযোগী। (iii) নারিকেলের কয়লা—এহরূপ প্রযুক্তি হলে লেমাচাউর কয়লা অংশে পাওয়া যায়। এহরূপ উদ্ভূত চিনি মনেতে ভালর উপাদানসকল (elements of water) অপসারিত হয় এবং অনিশ্চাকার কার্বন পড়িয়া থাকে।



কিন্তু এই অনিশ্চাকার কার্বন বাকি রাখা হইতে পারে না। গ্যাস সামান্য পরিমাণে আন্দ্র হইয়া থাকে। সঠিক কার্য সম্পন্ন করার জন্য একটা বড় কান্ডের এ্যাফা টিনালের ভিতর উদ্ভূত কবিতা ত্যাগ পর দিয়া প্রবাহ গ্যাস চালনা করা হয়। পরে সঠিক অঙ্গারকে ঠাণ্ডা করিয়া জল দিয়া পীত করা হয়। পরে হাইড্রোজেন গ্যাসের প্রবাহে শুকাইয়া লঠালই বিদ্যুৎ দ্বারা অঙ্গার পাওয়া যায়। ইহাকে শর্করা-কয়লা (Sugar Charcoal) বলা হয়। অতঃপরও ইহা প্রস্তুত করা যাউতে পারে। চিনির পুনরানুসরণের যত্ন করিয়া সামান্য উদ্ভূত করা হয় এবং সেই উদ্ভূত পুনরানুসরণের সমস্ত ফটরিক অ্যাসিড যোগ করা হয়। যখন সমস্ত ফটরিক অ্যাসিড চিনি হইতে জলের পান দানিয়া লয়। মুক্ত অঙ্গারকে জল মিশ্রিত করিয়া পরিষ্কার দ্বারা পৃথক করা যায় শুষ্ক করিয়া ক্রাফিং গ্যাসের প্রবাহে উদ্ভূত করা হয়। ইহাতেও বিদ্যুৎ কার্বন পাওয়া যায়।

(খ) প্রাণিজ কয়লা (Animal Charcoal) (i) অস্থি কয়লা (Bone Charcoal) — জীবজন্তুর হাড় হইতে প্রথম চর্বি দূরাইতে হয়। হাড়ের ছোট ছোট টুকরা লইয়া জল দিয়া ফুটাইলে হাড় হইতে চর্বি দূর হয়। এইরূপ চর্বিমুক্ত হাড়ের টুকরাগুলি একটি বদ্ধ লোহাব বকযন্ত্রে লইয়া বাতাসের অবর্তমানে অস্থুমপাতন করা হয়। এই অস্থুমপাতনের দ্বারাও উদ্বায়ী বস্তু উৎপন্ন হয় এবং এই গ্যাসীয় পদার্থ ঠাণ্ডা করিলে বোন অয়েল (bone oil) নামক তরল পদার্থ পাওয়া যায়। দাহ্য গ্যাসও কিছুটা পাওয়া যায়। বকযন্ত্রে ঘন কালো অনিয়তাকার অঙ্গার পড়িয়া থাকে। ইহা 'অস্থি কয়লা'। ইহার আর একটি নাম বোন ব্ল্যাক (bone black)। ইহার সঞ্চিত হাড়ের সমস্ত ক্যালসিয়াম ফসফেট মিশিয়া থাকে। ইহাকে লইয়া বায়ুতে উত্তীর্ণ করিলে যাহা অবশেষ পড়িয়া থাকে তাহাকে অস্থিভস্ম (boneash) বলে। এই অবশেষে শতকরা ৪ ভাগ ক্যালসিয়াম স্ক্রুম ফ থাকে। আবার ইহাকে সান্দ্রোক্রোমিক অ্যাসিড দিয়া প্রথম চর্বিয়া পরিশ্রাণ করিলে কেবলমাত্র অনিয়তাকার কার্বনের গুড়া পড়িয়া থাকে। এই কালো গুড়াকে 'লিভার সোলভার' লইয়া শুকাইয়া লইলে য পদার্থ পাওয়া যায় তাহা নাম আইভরি ব্ল্যাক (ivory black)।

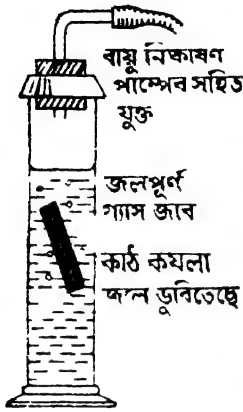
(ii) রক্ত কয়লা (Blood Charcoal) — কস্মা নী হইতে রক্ত সংগ্রহ করিয়া উক্ত রক্তের অস্থুমপাতন করিলে কালো অনিয়তাকার অঙ্গারচূর্ণ পাওয়া যায়। ইহাকেই রক্ত কয়লা বলে।

(গ) উজ্জীবিত কয়লা (Activated Charcoal) — (i) নাবিকেলের মালার অস্থুমপাতন দ্বারা উজ্জীবিত কয়লা পাওয়া যায়। (ii) করাতের ওড়ার অস্থুমপাতনে যে কালো অবশেষ পাওয়া যায় তাহাকে প্রথমে কঠিক সোডার দ্রবণে এবং পরে জলে ফুটাইয়া পবিত্রাবিত কার্বন কালো অবশেষ পাওয়া যায়। এই কালো অবশেষকে বায়ুশূন্য আশারে উত্তপ্ত করিলে উজ্জীবিত কয়লা পাওয়া যায়। (iii) সাধারণ কাঠকয়লার গুড়াকে ক্রোরাইডের দ্রবণসহ উত্তপ্ত করিলে পরিশ্রাবণ দ্বারা উজ্জীবিত কয়লা পাওয়া যায়।

(ঘ) বিশুদ্ধ কয়লা (Pure Charcoal) — শকবা কয়লাই হইল বিশুদ্ধ কয়লা। তাহার প্রস্তুতপ্রণালী পূর্বেই বর্ণিত হইয়াছে।

অঙ্গারের ধর্ম — অঙ্গার কালো অনিয়তাকার কঠিন পদার্থ। ইহা খুব সজ্জিত এবং ইহার অভ্যন্তরে যথেষ্ট পরিমাণ বায়ু আটকাইয়া থাকে। কাঠকয়লার ধর্ম,

যে কাঠ হইতে ইহা প্রস্তুত হয় এবং যে উষ্ণতায় ইহা তৈয়ারী করা হয় এই দুইটির উপর নির্ভর করে। সাধারণত কাঠকয়লা নরম এবং ইহার ঘনত্ব 15 হইতে

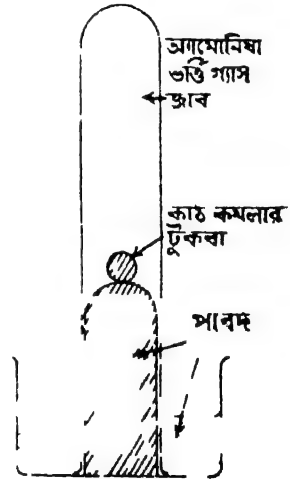


চিত্র নং 23

19 পর্যন্ত হয়। ইহাতে সত্য ই বুঝা যাইতেছে যে কাঠকয়লা জল হইতে ভাবী কিন্তু ইহা জলে ডাসে। তাহার কারণ এই যে কাঠকয়লার ক্ষুদ্র ছিদ্রের ভিতর অনেকটা বায়ু আটকাইয়া থাকে এবং তাহার ভর ইহার আপেক্ষিক ঘনত্ব প্রায় 0.2 হয়। কাঠকয়লা যখন জল অপেক্ষা ভাবী তাহা দেখা দিতে হইলে একটি কাচের গ্যাসজার জল ভর্তি করিয়া তাহার উপর কাঠকয়লা ছাড়িয়া দেওয়া হয়। তখন কাঠকয়লা জলেব উপর ভাসি ত থাকে। তাহার পর গ্যাসজারের

মু কল গায়ে কবেব ভিতর যিা একটি কাচনল লাগানো হয়। কল বায়ু কি পা প্পর (air pump) সহিত যোগ করিয়া গ্যাসজার ভিতর বায়ু পাম্প করিয়া ক্রমশঃ বাকির করিয়া দেওয়া হয়। এই অবস্থায় কয়লার ছিদ্রের ভিতরের বায়ুও বাহির হইয়া আসে। তখন কাঠকয়লার ছিদ্র জল ঢোক এবং কয়লার চুকরা দর ধারে জলে ডুবিয়া যায়।

ছিদ্রবিশিষ্ট সওয়ার ভক্ত কাঠকয়লা গ্যাস শোষণ করে। গ্যাস ছিদ্রব গায়ে জড়াইয়া লাগিয়া থাকে। এই গ্যাসগুলি কাঠকয়লার দ্রবীভূত হয় না বা ইহা বা কয়লার সহিত রাসায়নিকভাবে ক্রিয়া করে না। আবার এই গ্যাসগুলি কাঠকয়লার অভ্যন্তরও প্রবেশ করে না। কেবলমাত্র কাঠকয়লার পৃষ্ঠদেশে লাগিয়া থাকে। এইভাবে গ্যাসের যে কোন কঠিন পদার্থের পৃষ্ঠদেশ আকৃষ্ট হইয়া লাগিয়া



চিত্র নং 24

থাকাকে বহিস্পৃতি (Adsorption) বলে। গ্যাস অপেক্ষা অধিক উষ্ণীয় তরলের বাষ্প অধিক পরিমাণে শোষিত হয়। কাঠকয়লার বহিস্পৃতি ক্ষমতা খুব বেশী। উজ্জ্বলিত কয়লার শোষণক্ষমতা আরও বেশী। বহিস্পৃতি গ্যাস খুবই ক্রিয়াশীল

হয়। কাঠকয়লা গ্যাস শোষণ করার পর পুনরায় উত্তপ্ত কবিলে শোষিত গ্যাস বাহির হইয়া আসে। কাঠকয়লার গ্যাস শোষণক্ষমতা নিম্নলিখিত উপায়ে দেখানো যাইতে পারে। একটি গ্যাসজারে পারদ অপসারণ দ্বারা পারদের উপর অ্যামোনিয়া গ্যাস সংগ্রহ করা হয়। একখণ্ড কাঠকয়লা লোহিত তপ্ত কবিয়া পারদের ভিতর ডুবাইয়া ধরা হয়। সেই অবস্থায় তাহাকে গ্যাসজারের ভিতর প্রবেশ করাইয়া ছাড়িয়া দেওয়া হয়। কয়লার টুকরাটি পারদের উপর ভাসিয়া উঠে। এই অবস্থায় কয়লার টুকরাটি অ্যামোনিয়া গ্যাস শোষণ করে এবং পারদ গ্যাসজারের ভিতর উপর দিকে উঠে এবং প্রায় সমস্ত জাবটি পারদভর্তি হইয়া যায়। উজ্জীবিত কয়লা তাহাব নিজ আয়তনের 180 গুণ অ্যামোনিয়া গ্যাস শোষণ কবে। শোষিত গ্যাসের সক্রিয়তা দেখানিতে নিম্নলিখিত পরীক্ষা করা যাইতে পারে। একটি গ্যাসজাবে ক্লোরিন গ্যাস দিয়া তাহাব ভিতর বায়ুমুক্ত কাঠকয়লা যোগ করা হয়। কাঠকয়লা ক্লোরিন শোষণ কবে। এই শোষিত ক্লোরিনযুক্ত কাঠকয়লাকে অন্ধকারে একটি হাইড্রোজেনপূর্ণ গ্যাসজাবে প্রবেশ করাইলে অন্ধকারেও হাইড্রোজেন ও ক্লোরিনের রাসায়নিক বিক্রিয়া সংঘটিত হয় এবং হাইড্রোজেন ক্লোরাইড উৎপন্ন হয়। সাধারণত অন্ধকারে হাইড্রোজেন গ্যাস ও ক্লোরিন গ্যাস মিশাইলে কোন বিক্রিয়া সংঘটিত হয় না।

গ্যাস ছাড়াও কাঠকয়লার গুড়া কোন কোন দ্রবণ হইতে দ্রাবটিকে বহিষ্কৃত কবিয়া বাষ্পিতে পাবে। উদাহরণস্বরূপ দেখানো যায় যে কুইনাইন সলফেটেব দ্রবণ কাঠকয়লার গুড়ার ভিতর দিয়া পরিশ্রাবিত করিলে পরিস্কৃত কোন প্রকার তিলক আশ্রয় থাকে না। ইহাতে বুঝা যায় যে কুইনাইন সলফেট কাঠকয়লা দ্বারা শোষিত হইয়াছে। এই গুণ প্রাণীজ কয়লার বিশেষভাবে বিদ্যমান দেখা যায়। সাধারণ গুড়ের দ্রবণের একটা বাদামী রং থাকে। উক্ত দ্রবণকে একটু হাড়ের কয়লার গুড়ার সহিত মিশাইয়া পবিশ্রাবিত কবিলে পরিস্কৃত আর বাদামী রং থাকে না।

কয়লা তাপ ও তড়িতের কুপরিবাহী।

কাঠকয়লা বাতাসে পুড়িলে কার্বন ডাই অক্সাইডে পরিণত হয়। প্রায় 400 C সেন্টিগ্রেড উত্তাপে অক্সিজেন গ্যাসে কাঠকয়লা জলিয়া উঠে ও কার্বন ডাই অক্সাইড উৎপন্ন হয়। ফ্লুয়োরিন গ্যাসে ইহা সত্ত ই জলিয়া উঠে ও কার্বন টেট্রাফ্লুরাইড (CF<sub>4</sub>) গঠন করে। কয়লা জলে, ফাের বা হাইড্রোক্লোরিক

শকরা কয়লা প্রভৃতি ক পৃথকভাবে ওজন করিয়া বিস্তৃত অক্সিজেনে পোড়ানো হয়। তাহাতে যে কার্বন ডাই অক্সাইড উৎপন্ন হয় তাহা পূর্বে ওজন করা একটি কস্টিক পটাশের দ্রবণপূর্ণ বাল্বে শোষণ করা হয় এবং পরীক্ষার পবে সেই বাল্বেটি ঠাণ্ডা করিয়া ওজন করা হয়। প্রত্যেক ক্ষেত্রেই দেখা যাব যে একগ্রাম বিভিন্ন রূপের বস্তু হইতে উদ্ধৃত ক বন ডাই অক্সাইডের ওজন সমান হয় (৩৬৭ গ্রাম)। ইহা হইতে প্রমাণিত হয় যে সমস্ত বস্তুই একই মৌল কার্বনের রূপ-দমাত্র।

### Questions

1 What is allotropy? Name the different allotropic modifications of carbon. How can it be proved that diamond is only an allotrope of carbon?

১। বহুরূপতা কাকে বলে? কার্বনের বিভিন্ন রূপভেদের নাম কর। ইহা ক কার্বনের রূপভেদ তাহা কি প্রকারে প্রমাণ করা যায়?

2 Give a tabular sketch of the crystalline and amorphous allotropic modifications of carbon. State the properties and uses of each of the varieties.

২। কার্বনের স্ফটিকাকার ও অস্ফটিকাকার রূপগুলির ছক তৈরি করিয়া দেখাও। উহাদের প্রত্যেকটির ধর্ম ও ব্যবহার উল্লেখ কর।

3 Describe the methods of preparation of graphite and charcoal. Describe the reactions that take place when charcoal is heated with concentrated nitric acid and concentrated sulphuric acid. Give equations.

৩। গ্রাফাইট ও কঠক লের প্রস্তুতি ও ব্যবহার বর্ণনা কর। কঠক লের সহিত গাঢ় নাইট্রিক অ্যাসিড ও গাঢ় সালফিউরিক অ্যাসিড উত্তপ্ত করিলে যে বিক্রিয়া তাহা সমীকরণ সহকারে লেখ।

4 That diamond, graphite, wood charcoal, animal charcoal and gas carbon are all allotropic modifications of the same element carbon. Describe the process for proving the above statement.

৪। হীরক, গ্রাফাইট, কাঠকয়ল, প্রাণীকয়ল ও গ্যাস কার্বন প্রভৃতি কার্বনের রূপভেদ তাহা কিভাবে প্রমাণ করা যায় তাহা বর্ণনা কর।

5 Describe the methods of preparation of soot and gas carbon. State their uses.

৫। ছস কয়ল ও গ্যাস কার্বনের উৎপাদন প্রণালী বর্ণনা কর। ইহাদের ব্যবহার সম্বন্ধে উল্লেখ কর।

6 Name four allotropic forms of carbon and state two uses of (a) charcoal (b) coal. (Higher Secondary West Bengal 1963)

৬। কার্বনের চারটি বিভিন্ন রূপের নাম কর এবং (ক) চারকোল (খ) কয়লা—এই দুইটি রূপভেদের দুইটি করিয়া ব্যবহার উল্লেখ কর।

## একবিংশ অধ্যায়

### কার্বনের অক্সাইড ( Oxides of Carbon )

কার্বনের দুইটি অক্সাইড আছে। একটি কার্বন ডাই অক্সাইড তাহার অণুতে একটি কার্বন ও দুইটি অক্সিজেনের পরমাণু বর্তমান এবং তাহার সংকেত  $\text{CO}_2$ । অপরটি কার্বন মনোঅক্সাইড তাহার অণুতে একটি কার্বন এবং একটি অক্সিজেনের পরমাণু বিদ্যমান এবং তাহার সংকেত  $\text{CO}$ । দুইটি অক্সাইডই সাধারণ অবস্থায় গ্যাসীয়।

### কার্বন ডাই অক্সাইড

সংকেত— $\text{CO}$  বাষ্পীয় ঘনত্ব 22 আণবিক ওজন 44।

অবস্থান মুক্ত অবস্থায় কার্বন ডাই অক্সাইড বায়ুতে সামান্য পরিমাণ (প্রায় 104 ভাগ আয়তনিক) দেখিতে পাওয়া যায়। যদিও বায়ুতে ইহার পরিমাণ এত কম তাহা হইলেও ইহা বায়ু অগ্নি প্রয়োজনীয় উপাদান। ইহা প্রাণীদের শ্বাসে এবং কাঠ কয়লা প্রভৃতিব দহনে এবং জৈব পদার্থের পচনক্রিয়ায় উৎপন্ন হইয়া বায়ুতে মিশিয়া যায়। বায়ুস্থিত এই কার্বন ডাই অক্সাইডের সাহায্যে উদ্ভিদ জাতিব বৃদ্ধি সম্ভব হয়। অনেক সময় ভূপৃষ্ঠস্থ দ্যা লেব পথে ভূগর্ভ হইতে এই গ্যাস বাহির হয় এবং বায়ু অপেক্ষা ৬ বী বলিয়া ইহা ভূপৃষ্ঠের ঠিক উপরিভাগেই জমা হইয়া থাকে। এই গ্যাসের আবরণের ভিতর কোন প্রাণী যাইলে আব বাঁচে না। ইহাৰ কারণ এই যে স্থানে অক্সিজেনের অভাবে প্রাণিগণ দমবদ্ধ হইয়া মাঝা যায়। জাভায় একটি উপত্যকা আছে যাহার নাম দেওয়া হইয়াছে— মরণ উপত্যকা ( Valley of Death )। সহ উপত্যকায় নিম্নদেশে এই গ্যাসের তিন চুটে গভীর স্তর আছে। ফলে এই উপত্যকায় য কোন মনুষ্যেব প্রাণী হাটিয়া যাইতে গেলে মরিয়া যায়। ইতালির নেপলসে যোহো ডল ক্যয়েন ( Grotto del Cain ) নামক পর্বতগুহায় এইরূপে কার্বন ডাই অক্সাইড ভূগর্ভ হইতে নির্গত হইয়া জমা হইয়া আছে।

মুক্ত অবস্থায় কার্বন ডাই অক্সাইড ক্যালসিয়াম কার্বনেট ( $\text{CaCO}_3$ ) রূপে খড়িমাটি ( Chalk ) চুনাপাথর ( Limestone ) এবং মার্বেল পাথরে ( Marble ) পাওয়া যায়। ম্যাগনেসিয়াম কার্বনেটরূপে ইহা ম্যাগনেসাইট ( Magnesite,  $\text{MgCO}_3$  ) নামক খনিজে পাওয়া যায়।

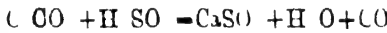


দেখিতে হইবে যে লব্ধানল ফানেলের শিশ প্রান্ত সর্বদা অ্যাসিডের ভিত্তর ডুবিয়া থাকে। গ্যাস জারেব মুখে একটি অলস্ত কাঠি বরিলে যখন উহা নিবিয়া যাইবে তখন বুঝিতে হইবে যে গ্যাস জার কার্বন ডাই অক্সাইডে ভর্তি হইয়াছে।

এই কার্বন ডাই অক্সাইডের সহিত সামান্য পরিমাণ হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিডের বস্প মিশিয়া থাকে। ইহাকে বিত্তর ও শুষ্ক অবস্থায় পাইতে হলে প্রথমে সোডিয়াম বাই কার্বনেটেব দ্রবের ভিতর দিয়া ই অতিক্রম করাইয়া পরে গাঢ় সলফিউরিক অ্যাসিডের ভিতর দিয়া অতিক্রম করাইয়া পারদের অপভ্র শায়া ই হাকে সংগ্রহ করিতে হয়।

### জটিল্য

পূর্বে বর্ণা হইয়াছে যে পাঁচলা নলকিউ বক অ্যাসিডের সহিত কার্বন টেব বিক্রিয়ায় ফল কার্বন ডাই অক্সাইড উৎপন্ন হয়। কিন্তু এ নলসঙ্গ প্রথম সলফিউরিক অ্যাসিডের কিছুটা বিক্রিয়া হয় বটে কিন্তু ইহা ফলে যে ক্যালসিয়াম সালফেট (CaSO<sub>4</sub>) উৎপন্ন হয় তাহা জলে অদ্রায্য বাল্য মাবেল উপর এন্ট কঠিন অবস্থায় পাত জমিয়া থাকে। তাহার ফলে সলফিউরিক অ্যাসিড এ লে সং অ্যাসিড পাবন এ বিক্রিয়া বন্ধ হইয়া যায়।



(ii) পরীক্ষাগারে প্রয়োজ্যাসারে কার্বন টে অক্সাইড সংগ্রহের জন্ত ক্রিপ যন্ত্র ব্যবহৃত হয়। থাকে। ক্রিপ যন্ত্রের মাঝে মোব মাবেলেব ঢুকবা রাখা হয় এন উপরের মোব দিয়া পাল হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড ঢালা হয়। যখন অ্যাসিড মাবেলের সঙ্গে আসে তখন কার্বন ডাই অক্সাইড উৎপন্ন হয়। দরকার না হইলে নিগম নলের সপ কক বন্ধ করিয়া দে মাবেলেব সহিত অ্যাসিডের সংযোগ বিচ্ছিন্ন হয় এন কিছুটা কার্বন ডাই অক্সাইড ক্রিপের ভিতর জমা হইয়া থাকে।

(iii) কার্বন (কোক) এব অনেক প্রকাব তৈব পদার্থ (যথা তৈল কাঠ খড় প্রভৃতি) অতিরিক্ত বায়ুতে বা অক্সিজেনে পোডাইবে কার্বন ডাই অক্সাইড উৎপন্ন হয়।  $C + O_2 = CO_2$

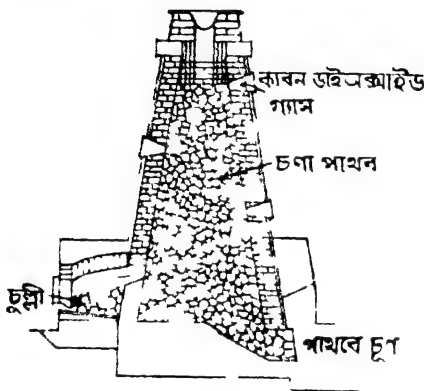
(iv) বাতব কার্বনেট (কেবল সোডিয়াম, পটাসিয়াম ও বেরিয়াম কার্বনেট ব্যতীত) উত্তপ্ত করিলে উহার বিয়োজিত হইয়া যায় এব কার্বন ডাই অক্সাইড পাওয়া যায়।





বাই কার্বনেট সমুদ্র উত্তপ্ত করিলেও কার্বন ডাই অক্সাইড গ্যাস পাওয়া যায়।  
বিশুদ্ধ কার্বন ডাই অক্সাইড পাইতে হইলে বিশুদ্ধ সোডিয়াম বাই কার্বোটেকে উত্তপ্ত  
করিয়া উৎপন্ন গ্যাসকে সলফিউরিক অ্যাসিডের মধ্য দিয়া অতিক্রম করাইয়া  
পারদেব উপর সংগ্রহ করা হয়।  $2\text{NaHCO}_3 = \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$

পণ্য উৎপাদন (i) চূণাপাথর ( $\text{CaCO}_3$ ) হইতে চূন প্রস্তুতের সময়  
প্রচুর কার্বন ডাই অক্সাইড উপজাত (bye product) হিসাবে পাওয়া যায়।



চিত্র নং 26

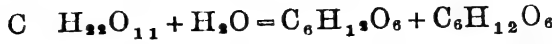
র্তমানে অবিরাম পদ্ধতিতে চূনা  
পাথর (limestone) হইতে চূন তৈয়ারী  
করা হয়। প্রকৃত্তিতে গোঁথিয়া (brick  
work) একটি শক্ত আকৃতির দীর্ঘ ও  
সমানদৈর্ঘ্য ভাটি (kiln) তৈয়ারী করা  
হয়। এই ভাটির মাথায় য ফাঁক  
থাক তাহা দিয়া ভাটির ভিতর চূনা  
পাথর ফেলিয়া ভাটিটি ভর্তি করা হয়।  
এর পর ফাঁকটি আলুগাভাবে বন্ধ করা  
হয়। এই ভাটির নিম্নে ভাটিব উপর

দিক কার্বন ডাই অক্সাইড গ্যাস নির্গমনের পট্টন লক্ষ্য রাখা থাকে। ভাটির  
নীচের দিক সম্পূর্ণ অবস্থিত উনান (fire place) কাক পোড়াইয়া আগুন  
জ্বালানো হয়। জল কলসের লিহা ও উত্তপ্ত গ্যাসের লিহা ভাটির নিম্নাংশ  
দিয়া প্রবেশ করে। চূণাপাথরের মধ্য দিয়া উপর দিকে যায়। ইহাতে চূনা  
পাথর উত্তপ্ত হয় এবং উত্তপ্ত চূন নীচের দিকে পাশে য় দরজা থাকে তা  
দিয়া বাহির করিয়া লওয়া হয়। চূন বাহির হইলে উপরের ঢাকা সবাইয়া  
পুনরায় চূণাপাথর ভাটির ভিতর দেওয়া হয়। এইভাবে ভাটিকে ঠাণ্ডা  
করার প্রয়োজন হয় না এবং অবিরামভাবে চূন ও কার্বন ডাই অক্সাইড উৎপাদন  
চলিতে থাকে।

(ii) চিনি বা শুদ্ধ হইতে কোহল প্রস্তুত করিবার সময় কার্বন ডাই অক্সাইড  
উৎপন্ন হয় এবং উপজাত হিসাবে পাওয়া যায়। চিনি বা শুদ্ধের দ্রবণে ইস্ট

( yeast ) যোগ করিয়া গাঁজন বা সন্ধান প্রক্রিয়া প্রয়োগে ( fermentation )

অ্যালকোহল উৎপন্ন হয়



চিনি                      আঙ্গুর চিনি                      ফলের চিনি

Cane sugar                      Grape sugar                      I fruit sugar



আঙ্গুর চিনি                      কোহল

(11) ম্যাগনেসাইট (  $MgCO_3$  ) বা সোডিয়াম কার্বনেটেব উপর পাতলা সলফিউরিক অ্যাসিড যোগ করিয়া কার্বন ডাই অক্সাইড গ্যাস প্রচুর পরিমাণে উৎপাদন করা হয়।

উপরে লিখিত যে কোন উপায়ে উৎপন্ন কার্বন ডাই অক্সাইডকে উচ্চ চাপে তরল করিয়া চোন্দ্রে ( cylinder ) ভর্তি করিয়া বাজারে বিক্রয় করা হয়।

ধর্ম (i) কার্বন ডাই অক্সাইড একটি বর্ণহীন গ্যাস কিন্তু ইহাব দ্রবণ গন্ধ এব সামান্য অম্ল স্বাদ আছে। (ii) এই গ্যাস মোটেই বিস্ফোরক নয়, কিন্তু ইহার ভিত্তব জীবজন্তু থাকিলে অক্সিজেনের অভাবে দ্রব বন্ধ হইয়া মরিয়া যায়। (iii) ইহাব বাষ্পীয় ঘনত্ব 22 এব ইহা বায়ু অপেক্ষা ১.৫ গুণ ভারী। নিম্নলিখিত উপায়ে ইহার ভারত্ব প্রমাণিত হয়।

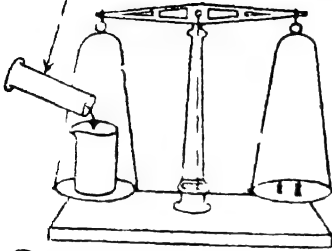
(i) একটি গ্যাসজারে কার্বন ডাই অক্সাইড ভর্তি করা য় এব তাহার ভিত্তব বায়ুপূর্ণ সাবানের বুদবুদ ছাড়িয়া দেওয়া হয়। বুদবুদগুলি কার্বন ডাই অক্সাইডের ভিত্তর ভাসিতে থাকে।

(ii) জল যেভাবে এক পাত্র হইতে অন্য পাত্রে ঢালা যায় সেইভাবে কার্বন ডাই অক্সাইড গ্যাস একপাত্র হইতে অন্য বায়ুপূর্ণ পাত্রে ঢালা যায়। গ্যাসটি যে পাত্র পাত্রে বায়ু সরাইয়া জমা হইয়াছে তাহা প্রমাণ করিতে দ্বিতীয় পাত্রে চূনের জল ঢালা করিয়া বাকান হয়। তাহাতে চূনের জল ঘোলা হয় এব তদ্বারা দ্বিতীয় পাত্রে কার্বন ডাই অক্সাইডের উপস্থিতি প্রমাণিত হয়।

(iii) তুল্যস্ত্রে এক পাল্লায় উপর দিকে মুখ করিয়া একটি বীকার বাখিয়া অপর পাল্লায় অন্য একটি সমাকৃতি বীকার ও ওজন যোগ করিয়া ইহাকে সম ওজন ( counterpoise ) করা হয়। তাহার পর একটি গ্যাসজার ভর্তি কার্বন ডাই অক্সাইড

অক্সাইড বীকারে ঢালিয়া দেওয়া হয়। বীকারের দিকের পান্না ভারী গ্যাস ঢালাব জন্য নীচের দিকে নামিয়া যায়।

কার্বন ডাই অক্সাইড  
পূর্ণ গ্যাস জার



দাঁড়িপাল্লায় কার্বন ডাই অক্সাইডের  
ওজন লওয়া হইতছে

চিত্র । ২৭

লেন্সে প্রভৃতি (গ্যাস) ক

শব্দেব ছিপি খুলিয়া চাপ কমাইলে অতিরিক্ত

গ্যাস বুবুদে আকা ব বা র ।

(৩) চাপ হ্রাস করিলে সাধারণ ক্ষতায় (৩২ সেন্টিগ্রাড নিম্ন) কার্বন ডাই অক্সাইড গ্যাস তরল হয়। ইচ্ছানুসারে চাপ (cylinder) অতিরিক্ত চাপ তবল কার্বন ডাই অক্সাইড ব জার কিনতে পাও যা এবং এই তরলটি হিমায়ক রূপ (refrigerator) ব্যবহৃত করা যায়। তবল কার্বন ডাই অক্সাইড ক সহস সাল্প পবিত্র হইতে দিনেই উ ার বানিকটা জমিয়া কঠিন কার্বন ডাই অক্সাইড - ৩৭ পর করে। কঠিন কার্বন ডাই অক্সাইড “ড্রাই আইস” (Dry ice) নামে আজকাল হিমায়ক রূপে বহুল পরিমাণে ব্যবহৃত হইতেছে। ইথারের সহিত কঠিন কার্বন ডাই অক্সাইড মিশ্রিত করিলে মিশ্রণটি প্রায় -100 সেন্টিগ্রাড উষ্ণতায় নামিয়া যায়। এ মিশ্রণটিকে থিলোরিয়ারের মিশ্রণ (Thilorier mixture) বলে।

(vi) কার্বন ডাই অক্সাইড দাহ্য নয় এবং অপর বস্তুর দহনের সহায়ক নয়। যখন কোন দাহ্য বস্তুতে অগ্নি সংযোগ করিয়া অগ্নি প্রজ্জ্বলিত করা হয় তখন অলস অগ্নির উপর একটি গ্যাসজার হইতে কার্বন ডাই অক্সাইড ঢালিয়া দিলে অগ্নি নির্বাপিত হইয়া যায়। যদি একটি গ্যাসজারে কার্বন ডাই অক্সাইড ভর্তি করিয়া ঐ গ্যাসের ভিতর অলস পাকাটি ঢুকাইয়া দেওয়া যায়, তাহা হইলে পাকাটির আতন

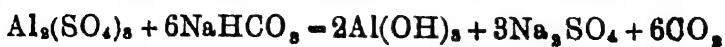
নিভিয়া যায় এবং গ্যাসটিতেও আগুন ধরে না। আবার একটি পোর্সিলেনের খপ্পরে কিছুটা বেনজিন ঢালিয়া অগ্নি সংযোগ করা হয় এবং যখন বেশ ভালভাবে আগুন জলিয়া উঠে তখন তাহার উপর একটি গ্যাসজাব হইতে কার্বন ডাই অক্সাইড ঢালিয়া দেওয়া হয়। তাহাতে অগ্নি সম্পূর্ণরূপে নির্বাপিত হইয়া যায়।

কার্বন ডাই অক্সাইডের এই ধর্মের উপর নিম্নের করিয়া ছোট ছোট অগ্নিকাণ্ড নির্বাপন করিতে কার্বন ডাই অক্সাইডের ব্যবহার প্রচলিত হইয়াছে। অনেক প্রকার অগ্নি নির্বাপক যন্ত্র ব্যাভাবে বাতিব শইয়াছে। এই যন্ত্রগুলির মধ্যে সাধারণত একটি কাচনলে পাতলা সলফিউরিক অ্যাসিড এবং অন্য একটি কাচনলে সোডিয়াম কার্বনেটের পাতলা দ্রবণ বাঁধা নল দুইটি একটি শঙ্কু আকৃতির শক্ত পাত্রের পাত্রে ভিতর স্থাপন করা হয়। একটি বতুলব (knob) সহিত একটি দণ্ড (plunger) যুক্ত করিয়া ঐ গুটি কাচনল দুইটির নীচে লাগানো বাঁধা হয়। বতুলটিকে মাটিতে ঢুকানো হইলে ঐ গুটি ঠিকি কাচনল দুইটিকে ভাঙিয়া দেয়। তাহাতে সলফিউরিক অ্যাসিড সোডিয়াম কার্বনেটের সংস্পর্শে আসিয়া প্রচুর কার্বন ডাই অক্সাইড উৎপাদন করে। পাত্রের পাত্রটিকে একপাশে রাখা হয় যে তাহার উপরেব মুঁদিয়া জল ও কার্বন ডাই অক্সাইড গ্যাসের মিশ্রণ বগে বাসে হইয়া

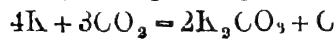
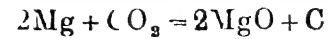


চিত্র ১০

আগুনের উপর নিক্ষেপ্ত হয়। তাহাতেই আগুন নিভিয়া যায়। আবার কতকগুলি যন্ত্রে একপাশেব ব্যবস্থা থাকে যে গ্যাসের চাপে জলধারা আগুনের উপর বর্ষিত হয়। কেবোদিন তৈল বা পেট্রোলের আগুন নিভাইতে যে যন্ত্র ব্যবহার করা হয় তাহাতে কাচের নল দুইটি ভিতর যথাক্রমে ফটকিবির (alum) দ্রবণ এবং সোডিয়াম বাই কার্বনেটের দ্রবণ থাকে। নল দুইটি ভাঙিয়া দিলে ফেনাযুক্ত কার্বন ডাই অক্সাইড উৎপন্ন হয় এবং তাহাতে আগুন সহজেই নির্বাপিত হয়।



(৭১১) কার্বন ডাই অক্সাইড যদিও অক্স পদার্থেব দহনের সহায়ক নয় তাহা হইলেও ইহা অলক্ষ্য মাগনেসিয়াম বা পটাসিয়ামেব দহনেব সহায়ক হয়।



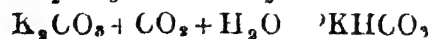
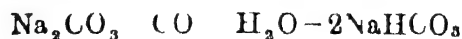
কাৰি হুস শ্বেলাব আকাৰ বাহিৰ হইয়া যে পত্রে গ্যাস থাকে তাহাতে  
জন্ম য ই বক্ৰিগৰ কাৰণ এ য য উষ্ণতায় শাণে সিয়াম বা পটাসিয়াম  
জলসে একাৰ কাৰ্বন ডায়েক্সাইড বিষোজি ইয়া আক্সিজেন উৎপাদন  
কৰে ত সৰু উৎপন্ন অক্সিজেন আনিসিয়া বা প সিয়ামেৰ দৰে সাহায্য  
কাৰ।

(viii) ফলি হৈছে লালচে অস্বাদু তেলে দ্রবীভূত হয়।  
 বারি টাইল- ৩ টাইল প্রায় ১১ স'স ১১' ১১' ১১' নীল  
 লিটমাস তরকারি নর । ১ দুধা মাছ ২ আমিডটি উৎপাদ  
 হয় ৩ । ৪ ৫ ৬ ৭ ৮ ৯ ১০ ১১ ১২ ( carbonic acid )  
 বলে।  $H_2O + (O_2 - H_2O)$

এই সত্যিকার আমি জানি। কারণ আমি যেভাবে কখনো কখনো প্রদর্শনটিকে  
 -উইলিয়াম শেক্সপীয়ারের মতো মনে করি। তাই এতে কোনও ভুল পড়িয়ে  
 থাকে।

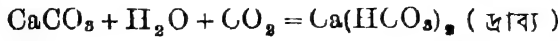
[illegible]

অনিক পদার্থ। কার্বন ১২ = ১২৬ ক (সোডা)। ক ক পোশ প্রবাহন  
ডি ব দিয়া অন্ধ্র কবা ল সাচ্চায় ২১ প্যামিয়ার বা কাস ৫৭৭৮ ।



সহকৃপ ৭-ব ডালির (যাহা ক্যালসিয়াম শা ড্রুসাইডের জলীয় দ্রবণ) ভিতর কার্বন ডাঠে তত্বাহত ্যস অল্প পরিমাণে যুক্তি কবাইলে সাদা অদ্রাব্য ক্যালসিয়াম কার্বো (Ca(OH)<sub>2</sub>) উৎপন্ন হয়। সে কারণে চুনের জল ঘোলা হয়।  $\text{Ca(OH)}_2 + \text{CO}_2 = \text{CaCO}_3 \text{ (অদ্রাব্য)} + \text{H}_2\text{O}$

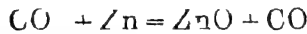
কিছু অতিরিক্ত পরিমাণ কার্বন ডাই অক্সাইড গ্যাস ক্যালসিয়াম হাইড্রক্সাইডের দ্রবণের ভিতর দিয়া অতিক্রম করাইলে প্রথমে যে অদ্রাব্য ক্যালসিয়াম কার্বনেট উৎপন্ন হয় তাহা দ্রাব্য ক্যালসিয়াম বাই কার্বনেটে রূপান্তরিত হয়।



চুনব জল এই অবস্থায় গেলে থাকে যা পবিত্রকার হইয়া যায়। এই পরিষ্কার দ্রব্যকে ফুটাইলে বাই কার্বনেট ভাঙ্গিয়া যায় এবং ক্যালসিয়াম কার্বনেট পুনরায় অসংক্রিয় হয়।  $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2 = \text{CaCO}_3 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$

এই চুনব জলের সাহায্যে লো গ্যাসে কার্বন ডাই অক্সাইডের অস্তিত্ব প্রমাণিত করা যায়।

(২) লালিত — পৃথক পৃথক বা আয়বর্ণের উপর দিয়া কার্বন ডাই অক্সাইড পরিচালনা করিলে তাহা লালিত হইয়া কার্বন মনোক্সাইডে পরিণত হয়।

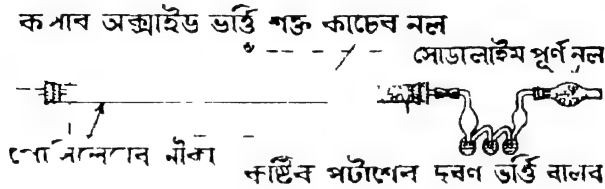


কার্বন ডাই অক্সাইডের ব্যবহার — লালিত (aerated) জল প্রস্তুতে, সোডিয়াম ক বনে রে প্যা উৎপাদনে অগ্নি বর্ধক যন্ত্র প্রস্তুতের স্থানিসাইলিক অ্যাসিড প্রস্তুত এবং চুনব জল গ্যাসের এবং তরল কার্বন ডাই অক্সাইড ব্যবহৃত হয়। আজকাল কার্বন অক্সাইড প্রচুর কঠিন কার্বন ডাই অক্সাইড ব্যবহৃত হইতেছে। তরল কার্বন ডাই অক্সাইড স্পারক (ট্রাক) যন্ত্রে ব্যবহৃত হয়। বায়ুস্থিত কার্বন ডাই অক্সাইড উৎসের বৃদ্ধি ও অস্তিত্বের ভিত্তি উদ্ভিদ দ্বারা গৃহীত হয় এবং তাহার অধ্যস্তি কার্বন চিহ্নিত পাদেব খাদ্য প্রস্তুতে ব্যবহার করে।

অগ্নি বিবাপক যন্ত্রের কথা পূর্বেই বলা হইয়াছে।

কার্বন ডাই অক্সাইডের সংযুতি — তৌলিক সংযুতি (Composition by weight) — একটি পোসিলেবেব নোকা ওজন করিয়া তাহাতে অল্প একটু বিশুদ্ধ অগ্নির চূর্ণ লইয়া পুনরায় তাহাকে ওজন করা হয়। নোকাটি একটি মোটা শক্ত কাচনলের ভিতবে একপ্রান্তে রাখা হয় এবং সেই নলটির বাকী অংশটুকু দানাদার কিউপ্রিক অক্সাইড (CuO) দ্বারা ভর্তি করা হয়। নলটির দুইটি মুখ কর্ক দিয়া বন্ধ করা হয় এবং কর্ক দুইটির ভিতর দিয়া দুইটি সরু নল লাগাইয়া গ্যাস

চলাচলের ব্যবস্থা করা হয়। যেদিকে কার্বন যুক্ত নোকাটি থাকে সেই দিকের সরু নলটির সাহায্যে শুষ্ক ও পরিষ্কৃত অক্সিজেন গ্যাস মোটা কাচনলের ভিতর পবিচালনা করা হয়। এই অক্সিজেনের প্রবাহ নলের ভিতরের বায়ুকে অপর সরু নল দ্বারা বাহির করিয়া দেয়। একটি কস্টিক পটাস দ্রবণ দ্বারা আশিকভাবে ভর্তি বাল্ব (bulb) একটি সোডা লাইম পূর্ণ নলের সহিত লইয়া ওজন করা হয়



চিত্র - ২৭

এবং তাৎক্ষণিক অপর প্রান্তে স্থিত নির্গম নলের সহিত যুক্ত করা হয়। এই পটাস দ্রবণ অল্প প্রমাণ সোডা লাইম (Soda lime) পূর্ণ ললাগান হইয়া থাকে তাহাতে পটাস দ্রবণ ওজন প্রত্যাহিত হইয়া যায় তাৎক্ষণিকভাবে হইয়া থাকে। সোডা লাইম নল সহ পটাসের আর একটি সোডা লাইম পূর্ণ নল লাগান যখন তাৎক্ষণিক আগুন কাঁচা ডাই অক্সাইড ও জলীয় বাষ্প শোষিত হয় তখনই শব্দ শুনা যায়। নলটি ছেদে দেখা যায়। অতঃপর এইভাবে সজ্জা করা হইয়া ললাটের একটি পটাস দ্রবণ অল্প ক্রমিকভাবে রাখিয়া ধীরে ধীরে প্রবাহ অল্প ক্রম প্রমাণিত প্রিক অক্সাইডকে উপস্থাপনা এবং পরে পোসিলো-নাক সজ্জা কার্বন দ্রবণ দ্বারা কার্বন পুড়িয়া কাচন ডা অক্সাইডে পরিণত হয়। এবং সজ্জা কার্বন দ্রবণ অক্সিজেন দ্বারা চালিত হইয়া পটাস বাল্ব প্রবাহ করে এবং সজ্জা কার্বন দ্রবণ দ্বারা শাখা। এইভাবে সমস্ত কার্বন পুড়িয়া কার্বন ডা অক্সাইড হয় এবং গ্যাস কার্বন ডা অক্সাইড পটাস বাল্বে শোষিত হয়। যদি কিছু কার্বন ডা অক্সাইড উপস্থাপনা হইয়া উত্তপ্ত কিউপ্রিক অক্সাইড দ্বারা ভারি হইবে কার্বন ডা অক্সাইডে পরিণত হয়। প্রক্রিয়া শেষ হইলে চুইটি শব্দ। এবং কিছু মোটা নলটি টুল না হওয়া পর্যন্ত অক্সিজেন প্রবাহ চলিতেই থাকে। অতঃপর পটাস বাল্বটি সোডা লাইমের দ্রবণে অবস্থায় থুলিয়া ওজন করা হয়। পটাস বাল্বের যে ওজন বৃদ্ধি হয় তাহাট কার্বন ডাই অক্সাইডের পরিমাপ।

গণনা ধর নৌকার ওজন =  $W_1$  গ্রাম

কার্বন সহ নৌকার ওজন =  $W_2$  গ্রাম

কার্বনের ওজন =  $(W_2 - W_1)$  গ্রাম

পরীক্ষার পূর্বে সোডা লাইমের নলসহ পটাস বাল্বেব ওজন =  $W_3$  গ্রাম

পরীক্ষার পরে " " =  $W_4$  গ্রাম

উৎপন্ন কার্বন ডাই অক্সাইডের ওজন =  $(W_4 - W_3)$  গ্রাম

অতএব  $(W_2 - W_1)$  গ্রাম কার্বন  $(W_4 - W_3) - (W_2 - W_1)$  গ্রাম অক্সিজেনের সহিত যুক্ত হইয়া কার্বন ডাই অক্সাইড উৎপন্ন হবে।

ভালভাবে পরীক্ষাটি কবিলে দেখা যায় যে কার্বন ও অক্সিজেনের ওজনের অনুপাত  $C : O = 3 : 8$ ।

সুতরাং ৩ ভাগ কার্বনের সহিত ৪ ভাগ অক্সিজেন যুক্ত হইয়া ১১ ভাগ কার্বন ডাই অক্সাইড উৎপন্ন করি।

পরীক্ষার দ্বারা নির্ণীত হইয়াছে যে কার্বন ডাই অক্সাইডের আপেক্ষিক ঘনত্ব = ২২

কার্বন ডাই অক্সাইডের আণবিক ওজন =  $2 \times 22 = 44$

(  $M = 2D$  বা এগার্ড্রোব প্রকল্প )

এক্ষেপে ৪৪ ভাগ  $(11 \times 4)$  কার্বন ডাই অক্সাইডের মধ্যে ১২ ভাগ  $(3 \times 4)$  কার্বন এবং ৩২ ভাগ  $(8 \times 4)$  অক্সিজেন আছে।

কিন্তু ১২ ভাগ কার্বন কার্বনের একটি পরমাণু ওজন এবং ৩২ ভাগ অক্সিজেন অক্সিজেনের দুইটি পরমাণুর ওজন।

কার্বন ডাই অক্সাইডের সংকেত হ'ল  $CO$

সাবধানতা (১) যন্ত্রের সংযোগ স্থলগুলি বিনোদন করিয়া দরকার।

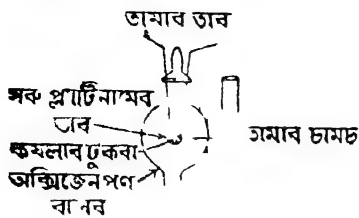
(২) ওজন তুলি অতি সাবধানে তুলিয়া লওয়া দরকার।

(৩) কপার অক্সাইড ও অক্সিজেন বিতৃষ্ণ ও শুষ্ক হওয়া দরকার।

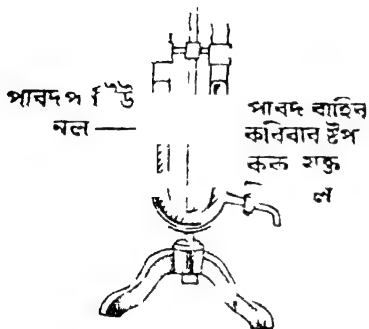
আয়তনিক সংযুতি (Volumetric composition) যন্ত্র পরীক্ষার যন্ত্রটি একটি U আকারের কাচের গ্যাসমাপন নল (eudiometer tube)। ইহার একপ্রান্ত খোলা এবং অপর প্রান্ত একটি গোলক (globe) আকারের করিয়া লওয়া হয়। গোলকের মুখে একটি বায়ু নিকট কাচের ছিপি (glass stopper) থাকে। এই ছিপির ভিতর দিয়া দুইটি কপারের মোটা তার প্রবেশ



করান হয়। একটি তারের প্রান্তে গোলকের মধ্যস্থলে একটি ছোট তামার চামচ



থাকে। অপর তারটির প্রান্ত চামচ স্পর্শ না করিয়া একটু উপরে থাকে। একটি সক প্লাটিনামের তারের কুণ্ডলী চামচ ও অপর কপার তাবকে সযুক্ত হবে। U নলের খানা বাহুব নীচেব দিকে কটি স্টপকক (stopcock) থাকে।



চিত্র নং 30

**পর্বীক্ষা** প্রথমে চিপি থু লয়া গোলায় U লট কপার প্রতি করা হয়। U পব পারদ অপসারণ দ্বারা সম্পূর্ণ গ্যাসটি U নলের দ্বিগুণ দৈর্ঘ্যে বিস্তৃত অল্পাংশে বিস্তৃত করা হয়। অপর চিপি টিলা হইয়া পকক থুলিয়া দিয়া দুইটি বাহুর পবদ একে লে আঁচা হইলে অল্পাংশ ক বাহিবের বায়ুচাপে রাখে হয়।

তাহার পব চামচের উপর প্লাটিনাম তারের স্পর্শ করিয়া একটি এককণ্ড কয়লা লওয়া হয় এবং কয়লাসহ চিপিটি গ্যাস সম্ভব হলে মুখে লাগান হয়। অক্সিজেনের আয়তন চিহ্নিত করিয়া রাখা হয়। অপর চিপি তারে অবস্থিত তামার তারের দুইটি প্রান্তকে ডিউং ওষাদক ব্যাটারীর বা ক্যাপের দুই মেরুর সহিত যোগ করা হয়। প্লাটিনাম তারের উপর যা ডিউং প্রসারিত হইলে ফলে সক তারটি লোহিত রঙে পরিণত হয় এবং কয়লাকে প্রজ্বলিত করে। তার ফলে কয়লা পুড়য় কার্বন ডাই অক্সাইড উৎপন্ন হয়। সিকিটি সেকেন্দ্রে লে ব্যাটারীর সহিত কপারের তাবের সংযোগ বিচ্ছিন্ন করা হয় এবং যন্ত্রটিকে ঠাণ্ডা হইতে দেওয়া হয়।

**পর্ববেক্ষণ** যন্ত্রটি শীতল হইলে দেখা যায় পবদ পূর্বকার তালে আছে অর্থাৎ কার্বন ডাই অক্সাইড উৎপন্ন হওয়ার ফলে গ্যাসের আয়তনের কোন পরিবর্তন হয় না। সুতরাং উৎপন্ন কার্বন ডাই অক্সাইডের আয়তন ব্যয়িত অক্সিজেনের আয়তনের সমান।

**সিদ্ধান্ত** কার্বন ডাই অক্সাইড তাহার নিজ আয়তনের সমান আয়তন অক্সিজেন থাকে।

**সংকেত গণনা** পবীক্ষা হইতে দেখা যাইতেছে যে একই চাপ ও উষ্ণতায়  $x$  ঘা সেটিমিটার কার্বন ডাই অক্সাইডে  $x$  ঘা সেটিমিটার অক্সিজেন থাকে।

1 ঘা সেটিমিটার 1 " " " 1

অ্যাকাগাডো প্রকল্প অনুসারে মনে কর প্রতি ঘা সেটিমিটার বব কোন গ্যাসে উক্ত অবস্থায় অনুব সখ্যা =  $n$

$n$  সংখ্যক কার্বন ডাই অক্সাইডে  $n$  সংখ্যক অক্সিজেন অণু থাকে।

1টি কার্বন ডাই অক্সাইড অণু 1টি অক্সিজেন অণু থাকে। কিন্তু অক্সিজেন অণু দ্বি-বাক্যক।

1টি কার্বন ডাই অক্সাইড অণু 2টি অক্সিজেন পরমাণু আছে।

কার্বন ডাই অক্সাইডের পারমাণবিক ভর  $C O_2$  যাহা  $x =$  কার্বনের পরমাণবিক ভর বা  $y =$  অক্সিজেনের পরমাণবিক ভর  $x = 12 + 32 = 44$

পবীক্ষার দ্বারা জানা যায় যে কার্বন ডাই অক্সাইডের বাষ্পীয় ঘনত্ব = 22

যে পারমাণবিক ভর  $= 2 \times 22 = 44$

(যে  $M = 2D$  অ্যাকাগাডো প্রকল্প অনুসারে)

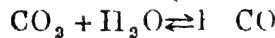
$$12x + 32 = 44$$

$$12x = 12$$

$x = 1$

কার্বন ডাই অক্সাইডের সংকেত  $CO_2$

**কার্বনেট ও বাই কার্বনেট** কার্বন উল্লম্বভাবে আছে যে জল কার্বন ডাই অক্সাইডের দ্রবণ একটি অস্থিতিশীল (unstable) অ্যাসিড। এ অ্যাসিড বায়বীয় কার্বনিক অ্যাসিড। এ অ্যাসিড কলমাত্র জলীয় দ্রবণ হিসাবে পাওয়া যায় পৃথকভাবে কার্বন অক্সাইড দ্বারা।



এই সংকেতে দেখা যায় যে প্রতি অণু 1টি হাইড্রোজেন পরমাণু আছে। এই দুইটি হাইড্রোজেন পরমাণু পৃথকভাবে এক একত্রে পাতু বা ধাতুকল্প যৌগ-মূলক দ্বারা প্রতিস্থাপিত করা যায়। যখন কটি হাইড্রোজেন পরমাণু প্রতিস্থাপিত হয় তখন যে লবণ উৎপন্ন হয় তাকে বাই কার্বনেট বলে যথা—

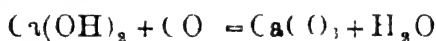
$NaHCO_3$  (সোডিয়াম বাই কার্বনেট)  $NH_4HCO_3$  (অ্যামোনিয়াম বাই কার্বনেট)  $Ca(HCO_3)_2$  (ক্যালসিয়াম বাই কার্বনেট)। যখন দুইটি হাইড্রোজেন পরমাণুই ধাতু বা ধাতুকল্প দ্বারা প্রতিস্থাপিত হয় তখন যে লবণ পাওয়া যায়

তাহাকে কার্বনেট বলে যথা,  $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$  (সোডিয়াম কার্বনেট)।  $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$  (অ্যামোনিয়াম কার্বনেট)  $\text{CaCO}_3$  (ক্যালসিয়াম কার্বনেট)। কার্বনিক অ্যাসিড যদিও দুই স্থিত পদার্থ ইহাব লবণগুলি স্থিত পদার্থ।

কার্বনেট ও বাই কার্বনেট প্রস্তুত করিলে কার্বন ডাই অক্সাইডের সতি ফার ও ফাববমী অক্সাইডের বিক্রিয়া টান য। সোডিয়াম হাইড্রক্সাইডএ সামান্য পরিমাণে কার্বন ডাই অক্সাইড গ্যাস পরিচালনা করিয়া ফাবকে প্রশমিত (neutration) করিলে সোডিয়াম কার্বনে উৎপন্ন হয়।

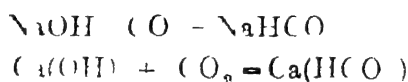


ক্যালসিয়াম হাইড্রক্সাইডের দ্রবণের দ্রুত কার্বন ডাই অক্সাইড অতিক্রম করাইলে ক্যালসিয়াম কার্বনেট (সাদা) উৎপন্ন হয়।



সংক্রমণ ফার নীচের প্রক্রিয়ায় সঞ্চিত কার্বন ডাই অক্সাইডের বিক্রিয়া কার্বনেট উৎপন্ন হয় যথা— $\text{Na}_2\text{O} + \text{CO} = \text{Na}_2\text{CO}_3$   $\text{CaO} + \text{CO} = \text{CaCO}_3$

আবহ অক্সিজেনের কার্বন ডাই অক্সাইড ফারের দ্রবণের সতি অতিক্রম করিলে সোডা কার্বনেট উৎপন্ন হয়—



### উদ্ভাব

সোডা কার্বনেটের উদ্ভাব প্রথম ১৭৯১ খ্রিস্টাব্দে ফ্রান্সের লেবোঁসিয়ের কর্তৃক। সে সময় লেবোঁসিয়ের ও বারজেস নামের দুইজন রসায়নবিদ এই কার্বনেটের উদ্ভাব করেন।

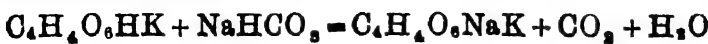
সবল সোডিয়াম কার্বনেটের উদ্ভাব প্রথম ১৭৯১ খ্রিস্টাব্দে ফ্রান্সের লেবোঁসিয়ের কর্তৃক। সে সময় লেবোঁসিয়ের ও বারজেস নামের দুইজন রসায়নবিদ এই কার্বনেটের উদ্ভাব করেন।

ধৌত সোডা ও বেকিং পাউডার ধৌত সোডা সোডিয়াম কার্বনেট। ইহা স্ফটিক জল (water of crystallisation) যুক্ত অবস্থায় উৎপন্ন হয়। যখন  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  এর এক অণু দশ অণু জলের সহিত যুক্ত অবস্থায় থাকে ( $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ ) তখন তাকে কাপড় কাচা সোডা (washing soda) বলে।

ইহা উদ্ভাসী (efflorescent) পদার্থ। এই কাপড়কাচ সাডাকে বাতাসে ফেলিয়া রাখিলে ইহা হইতে নয় অণু জল উড়িয়া যায় এবং দান্দার সোডা পাউডার (soda crystals)  $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$  পাওয়া যায়। আবার উত্তাপ দিয়া সমস্ত জল বাষ্পীভূত কবিয়া তাড়াইয়া দিলে অটিক তলশূন্য (anhydrous) সোডিয়াম কার্বোনেট পাওয়া যায় তাহাকে সোডার ছাঁ (soda ash) বলে।

সোডিয়াম কার্বোনেট অনেক প্রকারে দৈনন্দিন জীবনে ব্যবহৃত হয়। কাপড় পরিষ্কার করিতে শহাব ব্যবহার সর্বজনবিদিত। বিভিন্ন শিল্পে প্রচুর পরিমাণে ইহা ব্যবহৃত হয়। সাবান কাচ, কাগজ কটিক সাড়া উৎপাদনে জলের যত্নকরণে সোডিয়ামের অল্প লবণ প্রস্তুতে এবং পরীক্ষাগার বিকাক (reagent) হিসাবে ইহার ব্যবহার লক্ষ্যগোচ্য।

সোডিয়াম বাই কার্বোনেট ( $\text{NaHCO}_3$ ) কার্বনিক অ্যাসিডের একটি হাইড্রোজেন পবমাণু সোডিয়াম দ্বারা প্রতিস্থাপন দ্বারা সোডিয়াম বাই কার্বোনেট পাওয়া যায়। ইহা আর এক নাম সোডিয়াম হাইড্রোজেন কার্বোনেট এবং অ্যাসিড সোডিয়াম কার্বোনেট নামও দ্বারা অভিহিত হয়। শহা প্রস্তুত করিতে হইলে কটিক সোডার দ্রবণ অর্থাৎ পবিমাণে কার্বন ডাই অক্সাইড গ্যাস অতিক্রম করাইয়া দ্রবটিকে কলাস করা যাবে। সোডিয়াম বাই কার্বোনেট কলাস পাওয়া যায়। কটিক সোডার দ্রবণ দ্বারা ইহা অনেক সময় কঠিন সোডিয়াম বাই কার্বোনেট স্বর্ভ উৎপন্ন হয়। সন প্রালীতে (Solvan Process or Ammonia Soda Process) লবণ দ্রবণ দ্বারা সোডিয়াম কার্বোনেটের পণ্য উৎপাদন সময়ে প্রথমে সোডিয়াম বাই কার্বোনেট কার্বন পদার্থ হিসাবে পাওয়া যায়। ইহাকে সাধারণত বাইনার সোডা নামে অভিহিত করা হয় এবং ঔষধে ইহা ব্যবহৃত হয়। ইহা সোডা জল (soda water) প্রস্তুতে ব্যবহৃত হয়। প্রধানত ইহা কটি সক্রিয়ার গুড়া (baking powder) হিসাবে ব্যবহৃত হয়। কটি ও বিস্কুট প্রস্তুত করিবার সময় সোডিয়াম বাই কার্বোনেট পটাসিয়াম হাইড্রোজেন টারট্রেটের সহিত মিশাইয়া কটি ও বিস্কুটের ময়দার সহিত মিশ্রিত করা হয়। উত্তাপ দিলে এই মিশ্রণ হইতে কার্বন ডাই অক্সাইড গ্যাস উথিত হয়। ইহান্তই কটি ও বিস্কুট ফুলিয়া উঠে এবং কাঁপা হয়।



**কাবন চক্র (Carbon Cycle)**ঃ প্রাণী ও উদ্ভিদ প্রখাসেব সহিত বায়ু হইতে অক্সিজেন টানিয়া লয় এবং নিশ্বাসের সহিত দেহ হইতে কার্বন ডাই অক্সাইড বাহিরে ছাড়িয়া দেয়। জৈব পদার্থের পচনে এবং কাঠ ও কয়লার দহনে বায়ুর অক্সিজেন ব্যবহৃত হয় এবং প্রভূত কার্বন ডাই অক্সাইড এই দুই প্রক্রিয়া দ্বারা উদ্ভূত হইয়া বায়ুতে মিশিয়া যায়। যদি একমাত্র এই সমস্ত প্রক্রিয়াই চলিত থাকিত তাহা হইলে ক্রমশঃ বায়ু সমস্ত অক্সিজেন চলিয়া যাইত এবং বায়ু কার্বন ডাই অক্সাইডে পূর্ণ হইয়া যাইত। তাহা হইলে কোন প্রাণী বা উদ্ভিদ বাঁচিতে পারিত না। কিন্তু নিম্নলিখিত তিনটি কারণে বায়ু অক্সিজেন ও কার্বন ডাই অক্সাইডের পরিমাণের সাম্য রক্ষিত হইয়া থাকে —

(i) উদ্ভিদ কার্বন ডাই অক্সাইড হইতে কার্বন খাদ্যরূপে গ্রহণ করে। এই কার্বন উদ্ভিদের পাতায় যে সবুজ পদার্থ বা ক্লোরোফিল (Chlorophyll) থাকে উদ্ভিদ আলোর সহায়তায় লইয়া থাকে। স্বয়ংলোকে এই ক্লোরোফিল কার্বন ডাই অক্সাইডকে উদ্ভিদে দহন করিয়া কার্বন ডাই অক্সাইডের সমান আয়তন অক্সিজেন বাত ছাড়িয়া দেয়। এই কাবন আলোর প্রভাব উদ্ভিদের পাতাগুলিতে জলেব মিশ্রিত ক্রিয়া করিয়া কার্বোহাইড্রেট (Carbohydrate) নামে একপ্রকার জৈব পদার্থ উৎপন্ন করে। স্বয়ংলোকে এইভাবে কার্বন গ্রহণ করিয়া কার্বোহাইড্রেট, উৎপন্ন করার প্রকৃতিক আলোক সংশ্লেষণ (Photosynthesis) বা কাবন আকীকরণ (Carbon Assimilation) বলে। এই প্রক্রিয়ায় ক্লোরোফিল অত্যন্ত গুরুত্বপূর্ণ ভূমিকা পালন করে।

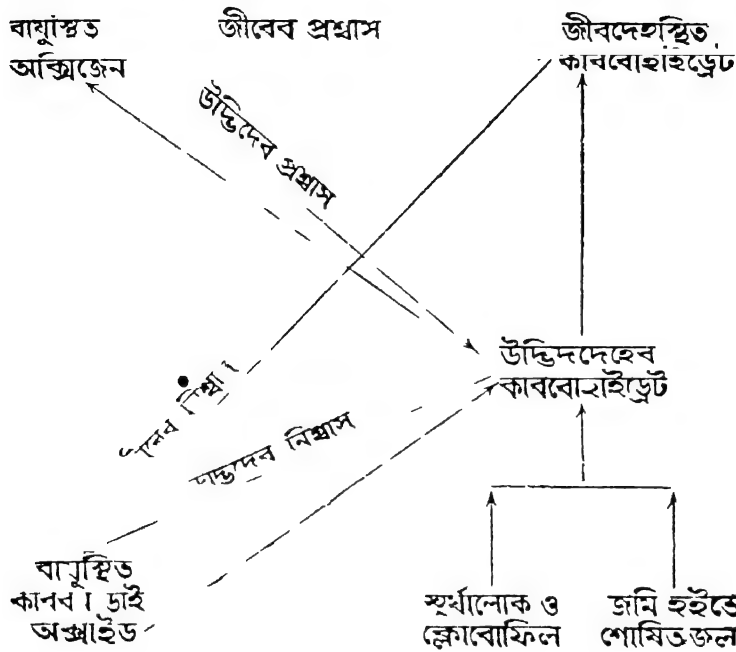
আলোক সংশ্লেষণ দিনের বেলায় সূর্যের আলোতে সংঘটিত হয়। কাজেই উদ্ভিদের ক্ষেত্রে দুইটি বিপরীত ক্রিয়া সংঘটিত হইতে দেখা যায়। দিনের আলোয় উদ্ভিদ কার্বন ডাই অক্সাইড হইতে কার্বন গ্রহণ করিয়া অক্সিজেন পরিত্যাগ করে এবং রাত্রিতে অক্সিজেন গ্রহণ করিয়া কার্বন ডাই অক্সাইড পরিত্যাগ করে। কিন্তু উদ্ভিদের অক্সিজেন গ্রহণের তুলনায় খাদ্যরূপে কার্বন ডাই অক্সাইড গ্রহণের পরিমাণ অনেক বেশী।

(ii) বায়ুর কার্বন ডাই অক্সাইডের কিছুটা বৃষ্টির জলে ও সমুদ্রের জলে দ্রবীভূত হইয়া অপসারিত হয়। কিছু গ্যাস সমুদ্রজাল ক্যালসিয়াম ও ম্যাগনেসিয়াম বাই কার্বনেট লবণ গঠন করে।

(iii) বিভিন্ন প্রকার শিলা বায়ুর কার্বন ডাই অক্সাইড ত্যাগ লয় এবং

শিলাস্থিত বিভিন্ন ধাতুর কার্বনেট গঠন করে। এই প্রক্রিয়াকে আবহ বিকলার (weathering) বলে।

কার্বন ডাই অক্সাইড চক্র নিম্নলিখিতভাবে দেখান হয় —



ଚିତ୍ର ନ ୩୧

খনিজ জল ( Mineral Water ) — ভূ পৃষ্ঠের অভ্যন্তরে যে জল প্রবেশ করে তাহা পরে বিভিন্ন চিত্ত্রপথে প্রস্রবণের আকারে বাহি মাটি কাকর প্রভৃতি বিভিন্ন সচ্ছিন্ন স্তরের ভিতর দিয়া পৰিস্রুত হইয়া বাহির ইয়া আসে। এই প্রস্রবণের জলে প্রলম্বিত অক্সিজেন থাকে না। কিন্তু ইহাতে বহুবিধ লবণ জাতীয় পদার্থ এবং গ্যাসীয় পদার্থ দ্রবীভূত থাকে। ইহা স্বচ্ছ হয়। অতিরিক্ত পরিমাণ লবণ-জাতীয় বস্তু প্রস্রবণের জলে দ্রবীভূত থাকিলে উহাকে খনিজ জল বলা হয়। এই প্রকার খনিজ জলের বিশিষ্ট স্বাদ থাকে এবং তাহাতে রোগ নাশক গুণ বর্তমান থাকিতে দেখা যায়।

এই খনিজ জল নানাপ্রকারের হইয়া থাকে। (ক) লবণাক্ত (saline) জলে খাদ্য লবণ ( $\text{NaCl}$ ) থাকে। (খ) সোডিয়াম বা লিথিয়াম বাইকার্বনেট





এই জল গ্যাস আলানিরূপে ব্যবহৃত হয়। (গ) কার্বনের স্রিত জ্বিক অক্সাইড  
আয়রণ অক্সাইড প্রভৃতি কোন কোন ধাতব অক্সাইড উত্তপ্ত করিলে কার্বন মনোক্সাইড  
উৎপন্ন হয়।  $ZnO + C = Zn + CO$   $Fe_2O_3 + 3C = 2Fe + 3CO$

(২) কার্বন ডাইঅক্সাইড হইতে উত্তপ্ত কার্বন আয়রণ বা জিঙ্কের  
উপর দিয়া কার্বন ডাই অক্সাইড প্রস্রুতি করিলে কার্বন ডাই অক্সাইড বিজারিত  
হয় এবং কার্বন মনোক্সাইড উৎপন্ন হয়।

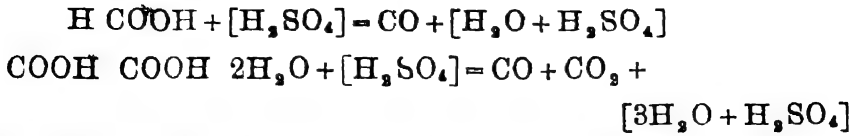


পার্মিলেয়ার নালব ত্রিত্ব কোক পুরিয়া চুলায় উত্তপ্তভাবে (1000 C)  
উত্তপ্ত করা হয়। পার্মিলেয়ার নালব উত্তপ্ত হইয়া বন্ধ করি। একদিকে একটি গ্যাস  
প্রবেশের নল ও অপরদিকে একটি গ্যাস নির্গমন নল লাগান। কিপের যন্ত্রে  
কার্বন ডাই অক্সাইড উৎপাদন করিয়া শাকে ধীরে ধীরে গ্যাস প্রবেশ নলের  
সাশায্যে পার্মিলেয়ার নালব উত্তপ্ত কার্বন ভিত্তি দিয়া প্রস্রুতি করা হয়। গ্যাস  
নির্গমন নল দিয়া যোগ্য গ্যাস। তবে আসে। শাক কক্ষিক পটাসের পাতলা দ্রবণে  
ভিত্তি দিয়া অক্সাইড বাইয়া জলের অপর দ্বারা গ্যাস জরস গ্রহণ করা হয়।  
এই স্রুতিগত স্রব মনোক্সাইড। কক্ষিক পটাসের দ্রবণ অপরভিত্তি কার্বন  
ডাই অক্সাইড কক্ষিক করে।

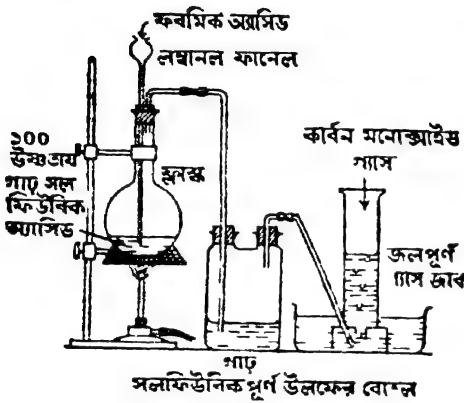
অন্তর্য নালব উপর যোগ্য গ্যাস দিয়া যোগ্য কার্বন মনোক্সাইডের দহন  
হইতে উৎপন্ন। অন্তর্য উনানের নালব দিক বায়ু অক্সিজেনের স্রিত লোহিত  
তত্ত্ব কলাব সম্পূর্ণ বিক্রিয়ার ফলে কার্বন ডাই অক্সাইড উৎপন্ন হয়। উহা তাপে  
হালকা হইয়া উপরে উঠি থাকে এবং লোহিততত্ত্ব কলাব উপর দিয়া যাবার  
সময় বিজারিত হইয়া কার্বন মনোক্সাইড গঠন করে। এই কার্বন মনোক্সাইডই  
নালব যাবার সহিত উনানের উপরে জলে।

পরীক্ষাগার প্রণালী ফর্মিক অ্যাসিড (Formic acid) একটি জৈব  
অ্যাসিড। ইহার সকেত হইল  $HCOOH$ । অক্স্যালিক অ্যাসিড অন্য একটি  
জৈব অ্যাসিড। ইহার সকেত হইল  $COOHCOOH$   $2H_2O$ । এই দুইটি  
জৈব অ্যাসিড হইতে উত্তপ্ত ও গাঢ় সলফিউরিক অ্যাসিড দ্বারা জলের উপাদান  
বাহির করিয়া লইলে কার্বন মনোক্সাইড পাওয়া যায়। সলফিউরিক অ্যাসিডের  
কোন রাসায়নিক পরিবর্তন হয় না।





একটি গোলতল ফ্লাস্কের মুখে ককের ভিতর দিয়া একটি বিদ্যুৎপাতন ফানেল এবং একটি গ্যাস নির্গমন নল লাগান হয়। ফ্লাস্কের ভিতর গাঢ় সলফিউরিক অ্যাসিড লইয়া তাহাকে তারজালির উপর স্থাপন করিয়া 100 সেন্টিগ্রেডে উত্তপ্ত করা হয়। তাহার পর বিদ্যুৎপাতন ফানেল হইতে কীট কীট ফরমিক অ্যাসিড উত্তপ্ত



চিত্র - 32

পদার্থ। একটি ফ্লাস্কের শুষ্ক কঠিন সোডিয়াম ফরমট লেগে তাহার উপর বিদ্যুৎপাতন ফানেল হইতে গাঢ় সলফিউরিক অ্যাসিড যোগ করা হয়। তাহার পর ফ্লাস্কটিকে তারজালির উপর স্থাপন করিয়া উত্তপ্ত করা হয়। কার্বন মনোক্সাইড গ্যাস উৎপন্ন হয় এবং তাহাকে জলের উপর গ্যাস জারে ভল অপসারণ দ্বারা সংগ্রহ করা হয়।

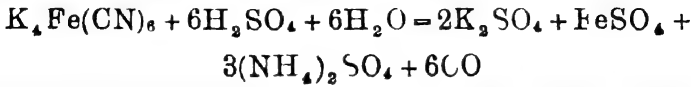
অক্স্যালিক অ্যাসিডের স্ফটিক কিছুটা একটি ফ্লাস্কে লইয়া ফ্লাস্কের মুখ কর্ক দিয়া বন্ধ করা হয়। কর্কের ভিতর দিয়া একটি দীর্ঘ ল ফানেল এবং একটি গ্যাস নির্গমন নল লাগান হয়। ফানেল দিয়া গাঢ় সলফিউরিক অ্যাসিড ঢালিয়া অক্স্যালিক অ্যাসিডের স্ফটিকগুলি ঢাকিয়া দেওয়া হয়। তাহার পর ফ্লাস্কটিকে একটি তারজালির উপর স্থাপন দ্বারা ধীরে ধীরে উত্তপ্ত করা হয়। কার্বন মনোক্সাইড এবং কার্বন ডাই অক্সাইড সমপরিমাণে উৎপন্ন হয়। এই গ্যাসমিশ্রণকে গাঢ় কঠিক পটাশের দ্রবণের ভিতর দিয়া অতিক্রম করাইয়া জলের উপর কার্বন মনোক্সাইড সংগ্রহ করা হয়।

সলফিউরিক অ্যাসিডের উপর ফেলা হয়। উত্তপ্ত কার্বন মনোক্সাইডকে কঠিক পটাশ দ্রবণের ভিতর দিয়া চালনা করিয়া জলের উপর গ্যাস জারে সংগ্রহ করা হয়। কঠিক পটাশের দ্রবণ সামান্য পরিমাণে উৎপন্ন কার্বন ডাই অক্সাইড বা সলফার ডাই অক্সাইড গমন করে।

সোডিয়াম ফরমট ফরমিক

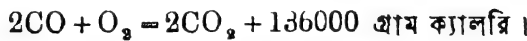
অ্যাসিডের একটি লবণ তাহা কঠিন

পটাসিয়াম ফেরোসায়ানাইডের স্ফটিকের সহিত তাহাব দশগুণ ওজনের গাঢ় সলফিউরিক অ্যাসড মিশাইয়া মিশ্রণটিকে উত্তপ্ত করিলে বিতুঙ্গ কার্বন মনোক্সাইড উৎপন্ন হয়। এই বিতুঙ্গ গ্যাস ফসফোরাস পেট অক্সাইড দ্বারা শুদ্ধ কবিয়া পারদের অপভ্রংশ দ্বারা গ্যাসজারে বিতুঙ্গ অবস্থায় সংগ্রহ করা যায়।



**কার্বন মনোক্সাইডের ধর্ম** কার্বন মনোক্সাইড বর্ণহীন স্বাদহীন ও মৃদু গন্ধযুক্ত গ্যাস। ইহা ধুব বিসাক্ত গ্যাস। বায়ুতে লক্ষভাগে একভাগ কার্বন মনোক্সাইড ডাকিলেই ঠৈশব বিমুক্তিয়া আবৃত্ত হয়। যখন বায়ুতে শতকরা ০.০৬ ভাগ কার্বন মনোক্সাইড থাকে তখন প্রশ্বাসের সহিত সেই বায়ু কিছুক্ষণ গ্রহণ করিলেই মৃত্যু হওয়াব সম্ভাবনা। এই গ্যাস বক্তের হিমোগ্লোবিনের সহিত যুক্ত হইয়া লাল কারবক্সিহিমোগ্লোবিন গঠন করে। ইহাতে বক্তের অক্সিজেন গ্রহণ ক্ষমতা নষ্ট হইয়া যায়। ফলে শ্বাস গ্রহণকারী অক্সিজেনের অভাবে দম আটকাইয়া মারা যায়। আবদ্ধ করে অপ্রচুর বায়ুতে কয়লা পোড়ানর সময় বা কেবোসিনের আলো বহুক্ষণ জ্বালানোর ফলে যে কার্বন মনোক্সাইড উৎপন্ন হয় তাহা প্রশ্বাসের সহিত গ্রহণ কবার ফলে প্রায় মৃত্যু ঘটে। কার্বন মনোক্সাইড গ্যাস ভলে প্রায় অদ্রব্য। কার্বন ডায়ে অক্সাইড গ্যাস সহজেই তবল হয় কিন্তু কার্বন মনোক্সাইড অত্যন্ত শীতল না কবিলে তরল হয় না। তবল কার্বন মনোক্সাইডের স্ফুটনাঙ্ক হইল - 191 সেন্টিগ্রেড।

কার্বন মনোক্সাইড অপর বস্তুর দমনের সহায়ক নহে কিন্তু ইহা নিজে দাহ্য। ইহাতে বায়ু বা অক্সিজেনের সম্পর্শ অগ্নিসংযোগ কবিলে ইহা ঠৈশব নীল শিখার সহিত জ্বলিতে থাকে। জ্বলবার ফলে ইহা জ্বালিত হইয়া কার্বন ডায়ে অক্সাইডে পরিণত হয় এবং এই বিক্রিয়াটিতে তাপ উৎপন্ন হয়।



এই কারণে কোল গ্যাস ওয়াটার গ্যাস প্রভৃতি জ্বালানি হিসাবে কাজ করে।

দুই ভাগ আয়তনিক পরিমাণ কার্বন মনোক্সাইডের সহিত এক ভাগ আয়তনিক পরিমাণ অক্সিজেন মিশ্রিত করিয়া মিশ্রণে অগ্নিসংযোগ করিলে বিস্ফোবণ ঘটে।

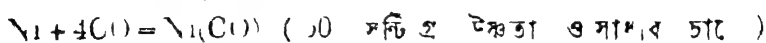
কার্বন পরমাণুর যোজ্যতা চার, কিন্তু কার্বন মনোক্সাইডে কার্বন দ্বিযোজী। সুতরাং ইহা অসংপূর্ণ যৌগ (unsaturated compound) সেইজন্য ইহা সহজেই

অল্প মোলের সহিত যুক্ত হয়। এই যৌগগুলিকে কার্বনিল (Carbonyl) যৌগ বলে এবং ইহারা যুগ্ম যৌগ (additive compound)। স্বর্ষালোকে বা সক্রিয় কার্বনের উপস্থিতিতে কার্বন মনোক্সাইড ক্লোরিনের সহিত সংযুক্ত হইয়া কার্বনিল ক্লোরাইড উৎপন্ন করে।  $\text{CO} + \text{Cl}_2 = \text{COCl}_2$

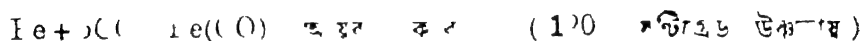
সলফারের সহিত সক্রিয় ফল কার্বনিল সলফাইড উৎপন্ন হয়।



আয়রন ক্রিকেল কার্বাইট মলিনডেন প্রভৃতি ধাতুর সূক্ষ্ম গুড়ার সহিত বিভিন্ন উষ্ণতায় ও চাপে কার্বন মনোক্সাইডের বিক্রিয়া হইয়া উক্ত ধাতুসমৃদ্ধ কার্বন মনোক্সাইডের সহিত যুক্ত হইয়া উক্ত কার্বনিল উৎপন্ন করে।

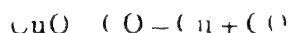


ফিল্মের দ্বারা

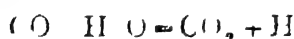


যাকর কবলার রঙের পরিবর্তন

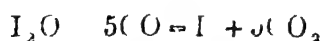
কোনো ধাতুর ক্ষেত্রফল বৃদ্ধি করে এবং ক্রিয়া করে। এটি বিক্রিয়াকর্মী এবং ধাতুর ক্ষেত্রফল বৃদ্ধি করে।



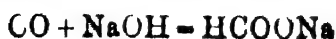
সহরসি ক্রিয়ায় কার্বন মনোক্সাইড 50 সেটিগ্রাড অথবা এক ফারক অক্সাইডের ও অক্সাইডের এক ক্রিয়ায় কার্বন মনোক্সাইডের সহিত বিক্রিয়া করে এবং সিম বিক্রিয়ায় কার্বন মনোক্সাইড উৎপন্ন হয়।



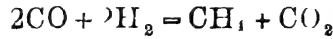
90 সেটিগ্রাডের তাপমাত্রায় কার্বন মনোক্সাইড বিক্রিয়া করে।



ইহা গ্যাসের সহিত কার্বন মনোক্সাইডের সহিত বিক্রিয়া করে। 200 সেটিগ্রাড উষ্ণতায় কঠিন কঠিন সোডার উপর দিয়া কার্বন মনোক্সাইড গ্যাস অতিক্রম করাইলে অথবা অতিরিক্ত চাপে 160 সেটিগ্রাড উষ্ণতায় গ্যাস কঠিন সোডার উপর দিয়া গ্যাস অতিক্রম করাইলে ইহা কঠিন সোডার সহিত যুক্ত হইয়া সোডিয়াম ফরমেট উৎপন্ন করে।



বিভিন্ন অম্লবটকের উপস্থিতিতে কার্বন মনোক্সাইড হাইড্রোজেন দ্বারা বিজারিত হইয়া বিভিন্ন পদার্থ উৎপাদন করে। যেমন নিকেলের হৃদয় অম্লবটকের উপস্থিতিতে 380 সেটিগ্রিড — পাতায় গিলা উৎপন্ন হয়।



ক্রোমিয়াম অক্সাইড যুক্ত দ্রব অক্সাইড অম্লবটকের উপস্থিতিতে 350 সেটি গ্রিড তাপমাত্রায় মিথাইল অ্যালকোহল উৎপন্ন হয়।  $\text{CO} + 2\text{H} = \text{CH}_3\text{OH}$

নাইট্রোক্লোরিক অ্যাসিড বা অ্যামোনিয়াক্সিড কিউপ্রাস ক্লোরাইড (Cu Cl<sub>2</sub>) দ্রবের কাবন মনোক্সাইড সহজে দ্রবীভূত হয় এবং  $\text{CuCl} \cdot \text{CO} \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  এই যৌগ গঠিত হয়। অমোনিয়াক্সিড কিউপ্রাস ক্লোরাইডের দ্রবণ কার্বন মনোক্সাইডের শোষক (absorbent) হিসাবে ব্যবহৃত হয়। নাইট্রোজেন হাইড্রোজেন প্রতিক্রিয়ায় আসব মিশ্রিত হইতে পারে। মনোক্সাইড অপসারিত করিতে হলে মিশ্রকে অ্যামোনিয়াক্সিড কিউপ্রাস ক্লোরাইড দ্রবণের দ্রবণ দিয়া অতিক্রম করিতে হয়। কিন্তু কার্বন মনোক্সাইডের সহিত মিশ্রিত কার্বন মনোক্সাইড অপসারিত করে হলে মনোক্সাইড ক্লোরিক অ্যাসিড যুক্ত কিউপ্রাস ক্লোরাইড দ্রবণ দ্বারা অপসারিত হয়।

কার্বন মনোক্সাইডের পরীক্ষা (i) কার্বন মনোক্সাইডের লিখিত সহিত জল। এই লিখিত দ্রবণ দ্রবণ (absorbent) যুক্ত নাইট্রোক্সাইড উৎপন্ন হয়। পুড়ানোর পর যখন ২০ ১০০° সেন্টিগ্রেড তাপমাত্রায় রাখা হয়।

(ii) তাহা হইলে দ্রবণের অ্যাসিড যুক্ত প্রায় ক্লোরাইড দ্বারা শোষিত হয়।

এই দুইটি গুণের সাহায্যে এই গ্যাসের সাক্ষাৎ চেনা যায়।

(iii) সাহায্য পরিমাণ কার্বন মনোক্সাইড অম্ল অ্যাসিড সহিত মিশ্রিত থাকিলে নিম্নলিখিত Vogelএর রক্ত পরীক্ষা দ্বারা চেনা যায়।

২ বা ৩ সেটিমিটার খুব পাতলা রক্তের সহিত কার্বন মনোক্সাইড মিশ্রিত গ্যাস নাড়িয়া দেওয়া হয়। তাহাতে সত্ত প্রস্তুত অ্যামোনিয়াক্সিডের দ্রবণ দুই এক ফোটা যোগ করা হয়। দ্রবণকে বর্ণালী বীক্ষণ যন্ত্র (Spectroscope) দ্বারা পরীক্ষা করিলে দুইটি শোষণ পট (absorption band) দেখা যায়। এই শোষণ পট দুইটির উপস্থিতি হইতে কার্বন মনোক্সাইডের অস্তিত্ব জানা যায়।

কাবন মনোঅক্সাইডের ব্যবহার কার্বন মনোঅক্সাইড আলানি হিসাবে  
এবং বিজারক হিসাবে ব্যবহৃত হইয়া থাকে।

কাবন মনোঅক্সাইডের আয়তনিক সংযুতি (Volumetric composition) একটি U আকৃতির গ্যাস পরিমাপক যন্ত্রে বদ্ধ বাহতে কিছু বিদ্রুত ও শুষ্ক ক্রয়ন মনোঅক্সাইড গ্যাস পারদ অপসারণ দ্বারা লওয়া হইল। উক্ত বদ্ধ বাহব পাত্রের দিকে দুইটি প্লাটিনাম তার লাগান থাকে। তাহার পর্ব U নলের দুই বাহতে পারদ একতলে আনিয়া গৃহীত গ্যাসের আয়তন নির্ণয় করা হইল। মনে কর ইহা 10 ঘন সেন্টিমিটার। পবে উক্ত বদ্ধ বাহতে পুনরায় পারদ অপসারণ দ্বারা সমআয়তন অক্সিজেন প্রবেশ করাইয়া U নলের দুই বাহতে পুনরায় পারদ একতলে আনিয়া গ্যাসমিশ্রণের আয়তন পরিমাপ লওয়া হইল। এই আয়তন হইল 20 ঘন সেন্টিমিটার। U নলের খোলা মুখ বুদ্ধাপুষ্ঠ দ্বারা বদ্ধ করিয়া সযুক্ত প্লাটিনাম তারের সাহায্যে আবেশ কুণ্ডলীর সহিত সংযোগ স্থাপন করিয়া মিশ্রণের ভিতর দিয়া একটি উষ্ণ স্ক্রিপ্স অতিক্রম করান হইল। কার্বন মনোঅক্সাইড অক্সিজেনের সহিত বিক্রিয়া করিয়া কার্বন ডাই অক্সাইড উৎপন্ন করে। U নলকে শীতল করিয়া দুই বাহতে পারদ একতলে আনিয়া অবশিষ্ট গ্যাসের আয়তন পাঠিত হইল। দেখা গেল যে সঠিক আয়তন 15 ঘন সেন্টিমিটার। U নলের খোলা মুখ দ্বারা পারদ ঢালিয়া সমস্ত গোলা বাহতি পারদ ভর্তি করা হইল। সেই পারদব উপর একগুণ কঠিন কঠিক পটাস রাশিয়া পালিম্ব বুদ্ধাপুষ্ঠ দ্বারা বদ্ধ করি। সমস্ত যন্ত্রটি কাঁচ করিয়া সঠিক কঠিক পটাসের বস্তুটিকে বদ্ধ বাহতে লওয়া হইল। উৎপন্ন কার্বন ডাই অক্সাইড কঠিক পটাস দ্বারা শোষিত হইল। U নলের তল ঘ সযুক্ত স্টপকক যুক্ত পিঁপে ল পরিয়া দিয়া U নলের দুই বাহতে পারদ একতলে আনা হইল। এখন অবশিষ্ট গ্যাসের আয়তন পাঠ করিয়া দেখা গেল যে উহা 5 ঘন সেন্টিমিটার। এই অবশিষ্ট গ্যাস যে অক্সিজেন তাহা টেহার দ্রবাক্রমতা ও ক্ষারীয় পাঠে রাগ্যালোটে দ্বারা সম্পূর্ণরূপে শোষিত হওয়া হইতে বাধ্য যায়।

অতএব এই পরীক্ষা দ্বারা জানা যায় যে 10 ঘন সেন্টিমিটার কার্বন মনোঅক্সাইড 5 ঘন সেন্টিমিটার অক্সিজেনের সহিত সংযুক্ত হইয়া 10 ঘন সেন্টিমিটার কার্বন ডাই অক্সাইড উৎপন্ন করে। এক্ষেত্রে 10 ঘন সেন্টিমিটার কার্বন ডাই অক্সাইডে 10 ঘন সেন্টিমিটার অক্সিজেন আছে যেহেতু কার্বন ডাই অক্সাইডে তাহার নিজ আয়তনের

সমান অক্সিজেন আছে। এই 10 ঘন সেন্টিমিটার অক্সিজেনের 5 ঘন সেন্টিমিটার অক্সিজেন ব্যবহৃত অক্সিজেন গ্যাস হইতে আসিয়াছে। বাকী 5 ঘন সেন্টিমিটার অক্সিজেন নিশ্চয়ই ব্যবহৃত কার্বন মনোক্সাইড হইতে আসিয়াছে। অতএব 10 ঘন সেন্টিমিটার কার্বন মনোক্সাইডে 5 ঘন সেন্টিমিটার অক্সিজেন আছে।

এই আয়তনিক সম্বন্ধি হইতে জানা যায় যে 2 আয়তন কার্বন মনোক্সাইডে 1 আয়তন অক্সিজেন আছে। ধরা যাক 1 আয়তন যে কোন গ্যাসে  $n$  সংখ্যক অণু আছে।

$2n$  অণু কার্বন মনোক্সাইডে  $n$  অণু অক্সিজেন আছে।

অথবা 2 অণু কার্বন মনোক্সাইডে 1 অণু অথবা 2 পরমাণু অক্সিজেন আছে যেহেতু অক্সিজেনের অণু দ্বি পরমাণুক ( অ্যাভোগাড্রো প্রকল্পের অনুসিদ্ধান্ত )।

অতএব 1 অণু কার্বন মনোক্সাইডে 1 পরমাণু অক্সিজেন আছে।

অতএব কার্বন মনোক্সাইডের সংকেত হইল  $C_xO$  যেখানে  $x$  একটি পূর্ণ সংখ্যা। এখন কার্বন মনোক্সাইডের আপেক্ষিক গুরুত্ব জানা আছে 14 ( যেখানে  $H=1$  )

সুতরাং কার্বন মনোক্সাইডের আণবিক ওজন  $= 14 \times 2 = 28$ ।

অতএব  $12x + 16 = 28$  অথবা  $x = 1$ ।

সুতরাং কার্বন মনোক্সাইডের যথাযথ আণবিক সংকেত হইল CO

### কার্বন মনোক্সাইড ও কার্বন ডাইঅক্সাইডের তুলনা

#### কার্বন ডাই-অক্সাইড

#### কার্বন মনোক্সাইড

১। বর্ণহীন ও অম্লগন্ধযুক্ত গ্যাস।

১। বর্ণহীন এবং সামান্য গন্ধযুক্ত গ্যাস।

২। বায়ু অপেক্ষা দেড়গুণ ভারী।

২। বায়ুর সমান ভারী।

৩। নিজের অদাহ এবং সাধারণত

৩। নিজে দাহ্য কিন্তু অপরের

অপরের দহনের সহায়কও নহে। কেবল সোডিয়াম পটাসিয়াম ও ম্যাগনেসিয়াম এই গ্যাসে জলিয়া থাকে।

দহনের সহায়ক নহে।

৪। বিষাক্ত নয় কিন্তু রক্তে

৪। বিষাক্ত ইহা অতিবিক্ত মাত্রায় প্রশ্বাস লওয়া যায় না এবং অক্সিজেনের প্রশ্বাসের সহিত গ্রহণ করিলে মৃত্যু ঘটে।

অভাবে মৃত্যু ঘটে।

## ক্যার্বন ডাই অক্সাইড

## ক্যার্বন মনোক্সাইড

৫। জলে দ্রবণীয় এবং জলের

৫। জলে অদ্রবণীয়।

দ্রবণ ঘৃণ আঁসিবে অস্তিত্ব দেখা যায়।

৬। ও ব ল ক পালা কার।

। চুরে জ ল ব সহিত বিক্রিয়া  
নাই।৭। লিমোসকে সামান্য বাল  
কাদ। অ-ব আক্লিক অক্সাইড।৭। লিমোসব সহিত ক্রিয়া হয়  
না। অ-এব প্রশ অক্সাইড।। সারণে তাম্র  $\text{NaOH}$   
দ্রবণ দ্বারা শক্তি প্রদান করে।৮। উচ্চ উষ্ণতায় কঠিন  $\text{NaOH}$   
দ্বারা শাসিত হয় এবং বসন্তে পল  
কায়।

৯। ফসফোরাসের সহিত

৯। ফসফোরাসের সহিত

১০। সিলিকার সহিত প্রতিক্রিয়া  
প্রদর্শিত হয় এবং জল  
বিচলিত হয়।

। কঠিন সিলিকার

১১। অক্সিজেনের সহিত

কঠিন অক্সিজেনের সহিত

১১। অক্সিজেনের সহিত

প্রতিক্রিয়া করে।

## Questions

1 How is carbon dioxide prepared in the laboratory? Give equation for the reaction. State four important properties and two uses of the gas.

How would you convert sodium carbonate into sodium bicarbonate and vice versa?

(Higher Secondary West Bengal 1961)

১। পদ্ধতি বর্ণনা করুন এবং উদ্ভিদে অক্সিজেন প্রস্তুত করার জন্য এর ব্যবহার সম্বন্ধে  
লিখ। ইহা চারটি বিশেষ বৈশিষ্ট্য এবং দুইটি ব্যবহার বর্ণনা করুন।

কিভাবে সোডিয়াম কার্বোনেট থেকে সোডিয়াম হাইড্রোজেন কার্বোনেট এবং সোডিয়াম বাইকার্বোনেটকে  
সোডিয়াম কার্বোনেটে পরিবর্তিত করা যায়?

2 Explain why sulphuric acid cannot be used in the preparation of carbon dioxide from chalk or marble. Describe what happens

with equations in the following cases. —(a) carbon dioxide is continuously passed through lime water and then the solution so obtained is boiled (b) carbon dioxide gas is continuously passed through sodium hydroxide solution (c) carbon dioxide gas is passed over red hot carbon (d) burning magnesium ribbon is introduced into a jar full of carbon dioxide and then dilute hydrochloric acid is poured into the jar

২। চুনা পাথর বা মার্বেল পাথর হৃদয়ে কার্বন ডাই অক্সাইড গ্যাস দ্বারা সক্রিয়করণ করা যায়। নিম্নলিখিত অবস্থায় যে বিক্রিয়া ঘটিত হয় তাহা সক্রিয়করণ সহকারে বর্ণনা কর। —(ক) চুনের জলের ভিত্তি ক্রমাগত কার্বন ডাই অক্সাইড গ্যাস চালনা করা হইল এবং পরে সেই দ্রবণ ফুটান হইল (খ) সোডিয়াম হাইড্রক্সাইডে ভিত্তি ক্রমাগত অধিক পরিমাণে কার্বন ডাই অক্সাইড গ্যাস চালনা করা হইল (গ) লোহিত রক্ত ক্রমাগত উপর দিয়া কার্বন ডাই অক্সাইড গ্যাস অতিক্রম করান হইল (ঘ) জ্বলন্ত ম্যাগনেসিয়াম ধাতুর তাপে কার্বন ডাই অক্সাইড গ্যাসে ভিত্তি গ্যাসের ভিত্তি চালনা করা হইল এবং পরে তাহা দ্রবণে পাতনা দাড়াইয়া উঠিল।

3. Describe with a sketch the method of manufacture of carbon dioxide. Write out the equation representing the reaction. Give one proof of the acid character of the gas.

৩। কার্বন ডাই অক্সাইড গ্যাস উৎপাদন কিভাবে করা হয় তাহা চিত্র সহকারে বর্ণনা কর। বিক্রিয়াকরণের সমীচীন সমীকরণ লিখ। কার্বন ডাই অক্সাইডের অম্লীয় প্রমাণ উল্লেখ কর।

4. State in brief what you know about dry ice, mineral water, fire extinguisher, washing soda and bleaching powder.

৪। শুষ্ক বরফ, মিনারেল জল, অগ্নি নির্বাপক যন্ত্র, সোডা ওয়াশিং পাউডার এবং ব্লীচিং পাউডার সম্পর্কে যা যা জানা যায় তাহা সংক্ষেপে লিখ।

5. Write with a sketch of the apparatus the method by which the gravimetric composition of carbon dioxide is determined.

৫। কার্বন ডাই অক্সাইড গ্যাসের গুরুত্বপূর্ণ বৈশিষ্ট্য যা যা জানা যায় তাহা চিত্র সহকারে বর্ণনা কর।

6. Describe the apparatus which is used to prove and the procedure followed to prove that carbon dioxide contains its own volume of oxygen.

৬। কার্বন ডাই অক্সাইড গ্যাসে তাহার সম আয়তন অক্সিজেন থাকে এই তথ্য প্রমাণ করিতে কি প্রকার যন্ত্র ব্যবহৃত হয় এবং তদ্বারা কিভাবে ইহা প্রমাণিত করা যায় তাহা বিশদভাবে বর্ণনা কর।



7 What is Carbon Cycle ? Describe exactly what you know about this cycle

৭। “কার্বন চক্র” কাকে বলে ? এই চক্র সম্বন্ধে যাঁহা জ্ঞান সঠিকভাবে তাহা বর্ণনা কর।

8 State what products are obtained by the interaction of the following substances and show the reactions by equations in each case — (a) red hot carbon and air (b) white hot carbon and steam (c) red hot carbon and carbon dioxide (d) caustic potash and carbon dioxide

৮। নিম্নলিখিত দ্রব্যগুলির বিক্রিয়ার ফলে কি কি পদার্থ উৎপন্ন হয় তাহা লিখ এবং সমীকরণ দ্বারা বিক্রিয়াগুলি প্রকাশ কর — (ক) তপ্তকার্বন ও বায়ু (খ) স্বেততপ্ত কার্বন ও জলীয় বাষ্প ; (গ) উত্তপ্ত অক্সিজেন ও কার্বন ডাই অক্সাইড (ঘ) কঠিন পটাশ ও কার্বন ডাই অক্সাইড।

9 Describe how pure and dry carbon monoxide is prepared in the laboratory State some of its important properties and its uses How can you prove the presence of carbon monoxide in any as ?

৯। পরীক্ষাগারে বিশুদ্ধ এবং শুষ্ক কার্বন মনোক্সাইড যেভাবে প্রস্তুত করা হয় তাহা বর্ণনা কর। কার্বন মনোক্সাইডের কয়েকটি ধর্ম ও ব্যবহার উল্লেখ কর। কোনও পদার্থে কার্বন মনোক্সাইডের উপস্থিতি কিভাবে প্রমাণ করা যাবে ?

10 From a mixture of carbon dioxide and carbon monoxide how can you obtain (i) carbon monoxide and (ii) carbon dioxide separately in pure state ? How can you convert carbon monoxide into carbon dioxide and vice versa ?

১০ কার্বন মনোক্সাইডে এবং কার্বন ডাই অক্সাইডে একটি মিশ্রণ হইতে কিভাবে (i) কার্বন মনোক্সাইড এবং (ii) কার্বন ডাই অক্সাইড পৃথক কবিয়া বিশুদ্ধ অবস্থায় পাওয়া যাইতে পারে ? কার্বন মনোক্সাইডকে কার্বন ডাই অক্সাইডে এবং কার্বন ডাই অক্সাইডকে কার্বন মনোক্সাইডে কিভাবে পরিণত করা যায় ?

11 Give a comparative account of the properties of carbon dioxide and carbon monoxide

১১। কার্বন ডাই অক্সাইডে এবং কার্বন মনোক্সাইডের ধর্মগুলির একটি তুলনামূলক আলোচনা লিখ।

12 Explain chemically the following two facts — (a) blue flame at the top of a coke oven and (b) the white scum formed on the surface of limewater kept exposed to air

১২। নিম্নলিখিত দুইটি ঘটনার রাসায়নিক ব্যাখ্যা লিখ

(ক) কয়লার উনানের নীলাভ লিখা এবং (খ) চূনের জলকে বায়ুতে রাখার ফলে তাহার উপর উৎপন্ন সাদা স্র।

13 Describe the equations the following reactions — (a) carbon dioxide gas is passed through sodium carbonate solution (b) carbon

monoxide gas is passed over heated caustic soda solution under pressure (c) carbon monoxide gas is passed through ammoniacal cuprous chloride solution (d) carbon monoxide is passed over heated copper oxide

১৩। সমীকরণ সহকারে নিম্নলিখিত বিক্রিয়াগুলির ফল বর্ণনা কর — (ক) সোডিয়াম কার্বি নটে দ্রব এবং ভিত্তব দিয়া কার্বন ডাই অক্সাইড গ্যাস চালনা করা হইল (খ) উত্তপ্ত কঠিক সোডা দ্রব এবং ভিত্তব চাপ সহযোগে কার্বন মনোঅক্সাইড গ্যাস চালনা করা হইল (গ) অ্যামোনিয়া ঘটিত কিউপ্রাস ক্লোরাইডের দ্রব এবং ভিত্তব কার্বন মনোঅক্সাইড গ্যাস চালনা করা হইল (ঘ) উত্তপ্ত কিউপ্রিক অক্সাইডের উপর দিয়া কার্বন মনোঅক্সাইড গ্যাস চালনা করা হইল।

14 Correlate the statements in the first column with those in the second column in the following —

First column	Second column
(i) An aqueous solution of carbon dioxide	(i) does not turn blue litmus red
(ii) Carbon monoxide gas	(ii) turns blue litmus solution slightly red
(iii) Carbon dioxide gas	(iii) is not absorbed by lime water
(iv) Carbon monoxide gas	(iv) is absorbed by lime water

১৪। নিম্নে প্রথম স্তম্ভে বিবিত্ত বিষয়গুলির সহিত দ্বিতীয় স্তম্ভে লিখিত বিষয়গুলির সম্বন্ধ সাধন কর —

প্রথম স্তম্ভ	দ্বিতীয় স্তম্ভ
(i) কার্বন ডাই অক্সাইডের জলীয় দ্রবণ	(i) নীল লিটমাস সব দ্রবণকে লাল করে না।
(ii) কার্বন মনোঅক্সাইড গ্যাস	(ii) নীল লিটমাসের দ্রবণকে ক্রিকে লাল করে।
(iii) কার্বন ডাই অক্সাইড গ্যাস	(iii) চুনের জল দ্বারা শোষিত হয় না।
(iv) কার্বন মনোঅক্সাইড গ্যাস	(iv) চুনের জল দ্বারা শোষিত হয়।

15 Describe the commercial preparation of carbon dioxide giving a labelled sketch of the kiln

State living equations what happens when carbon dioxide is passed through (a) lime water (b) solution of common salt saturated with ammonia

Write a short note on carbon cycle

(West Bengal Higher Secondary —1962)

১৫। কার্বন ডাই অক্সাইড উৎপাদনের ৩টি বার্মা দেখিয়া ছবি সহ কার্বন ডাই অক্সাইডের পণ্য উৎপাদন পদ্ধতি বর্ণনা কর।

(ক) চুনবজ্রের এবং (খ) সাধারণ জ্বলনের আয়ামোনিয়া দ্বারা সংশ্লিষ্ট জ্বলনের শিখর দিয়া কার্বন ডাই অক্সাইড গ্যাস চালনা করিলে কি ঘটে তাহা বর্ণনা কর এবং সমীকরণ দাও। কার্বনচক্র সংক্ষেপে একটি নীতিনির্ণয় আবেদন লিখ।

16 Describe the preparation of carbon monoxide in the laboratory

Compare its properties with those of carbon dioxide

How could a gas jar containing carbon monoxide be distinguished from a gas jar containing hydrogen?

(Higher Secondary West Bengal 1963)

১৬। কার্বন মনোক্সাইডের প্রস্তুতি প্রণালী বর্ণন কর।

কার্বন মনোক্সাইড ও কার্বন ডাই অক্সাইডের ধর্মাবলীর তুলনামূলক আবেদন কর।

একটি কার্বন মনোক্সাইড পূর্ণ গ্যাসজারে একটি হাইড্রোজেন পূর্ণ গ্যাসজার সহ একটি ভাঙা পৃথক করবে

17 Describe an experiment by which the composition by weight of carbon dioxide may be determined

In one such experiment it was found that 0.6 gm of carbon dioxide was obtained from 0.18 gm of carbon. From this result show how the formula of the gas may be deduced

(Higher Secondary West Bengal 1963)

১৭। কার্বন ডাই অক্সাইডের গঠন সমীকরণ লিখ। একটি দ্রুত পদ্ধতি বর্ণনা কর।

এইরূপ একটি পরীক্ষার ফল হলো ০.৬ গ্রাম কার্বন ডাই অক্সাইড ০.১৮ গ্রাম কার্বন হইতে পাওয়া গেল। দেখাও কিরূপে এই অঙ্ক বসিয়ে কার্বন ডাই অক্সাইডের সংকেত পাওয়া যায়।

18 Describe how it may be shown that carbon monoxide contains half its own volume of oxygen. Show how the formula of the gas can be deduced from this result it being given that its relative density is 14

(Higher Secondary West Bengal 1964)

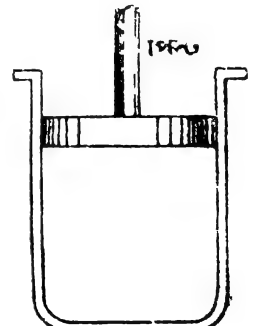
১৮। কার্বন মনোক্সাইড হাবা নিজস্ব আয়তনের অর্ধেক অক্সিজেন আছে এইটি কিভাবে দেখান যায় তাহা বর্ণনা কর। এই ফলটি হইতে শিখাবে উক্ত গ্যাসটির সংকেত নিয়ম করা যায় তাহা দেখাও দেও। আছে যে গ্যাসটির আপেক্ষিক ক্রয় ১৪।

## দ্বাবিংশ অধ্যায়

### গ্যাসের আচরণ (Behaviour of Gases)

বয়েল সূত্র চার্লস সূত্র গ্যাসের সমীকরণ (Boyle's Law Charles' Law and Gas equation)

গ্যাসীয় পদার্থ ও তাহার বিশিষ্ট ধর্ম পদার্থ তিন প্রকার অবস্থায় দেখিতে পাওয়া যায় যথা কঠিন তরল ও গ্যাসীয়। উদাহরণ হিসাবে আমরা জলকে কঠিন বরফ জল এবং জলীয় বাষ্প রূপে তিন অবস্থায় দেখিতে পাই। কঠিন তরল ও গ্যাসের ভৌত ধর্ম এক প্রকার নয়। বিশেষত গ্যাসীয় পদার্থগুলির অবস্থান্তরিত ধর্মের কিছু বৈশিষ্ট্য দেখিতে পাওয়া যায়। নির্দিষ্ট পরিমাণ কঠিন পদার্থের আকার ও আয়তন নির্দিষ্ট। নির্দিষ্ট পরিমাণ তরল পদার্থের আয়তন নির্দিষ্ট থাকে কিন্তু তাহার আকার নির্দিষ্ট নয়। যাকে যে পাত্র বাধা বায়ু ইহা সেই পাত্রের আকার ধারণ করে। গ্যাসীয় পদার্থের আকার ও আয়তন নির্দিষ্ট থাকে না। ইহা যে পাত্র অবস্থান করে সেই পাত্রের সমস্ত স্থান অধিকার করিয়া থাকে। গ্যাসীয় পদার্থের আরও কতকগুলি বিশেষত্ব আছে। যথা (1) একটি পাত্র গ্যাস রাখিয়া তাহার উপর চাপ প্রয়োগ করিলে গ্যাসের আয়তন কমিয়া যায়। আবার চাপ সরানিয়া লইয়া পূর্বাবস্থায় লইয়া আসিলে উহা পূর্বকাল আয়তনে ফিরিয়া আসে। ইহা সজ্জাই প্রমাণ করা যাইতে পারে। একটি পিষ্টন যুক্ত চোখে ভিত্তি নির্দিষ্ট পরিমাণ গ্যাস ভর্তি করিয়া পিষ্টনের উপর চাপ কমাইলে পিষ্টন উপরদিকে উঠিবে এবং গ্যাসের আয়তন বৃদ্ধি পাইবে। পিষ্টনের উপর চাপ বাড়াইলে আয়তন কমিয়া যাইবে এবং একই পরিমাণ গ্যাসের আয়তন বিভিন্ন হইবে। ইহা হইতে বুঝা যায় যে গ্যাসীয় পদার্থ সঙ্কোচনশীল।



(2) গ্যাসীয় পদার্থ মাত্রাই স্বচ্ছ এবং সাধারণত অদৃশ্য; কিন্তু জড় পদার্থ হিসাবে গ্যাসীয় পদার্থের ওজন আছে।

## রসায়নের গোড়ার কথা

১৪) প্রত্যেক গ্যাসীয় পদার্থের বৈ কোন অবস্থায় একটি চাপ আছে। এই চাপ গ্যাসীয় পদার্থ যে পাত্রে থাকে তাহার উপর দিয়া থাকে। বায়ু গ্যাসীয় পদার্থ এবং সেই কারণে ইহারও চাপ আছে। ম্যাগডেবার্গ তাহার নামীয় অর্ধগোলক দ্বারা এবং আরও অনেক অস্ফাত্ত পরীক্ষা দ্বারা বায়ুমণ্ডলীর চাপ প্রমাণিত করিয়াছেন। বায়ুমণ্ডলীর এই চাপ সম্বন্ধে টরিসেলী বিশিষ্ট প্রমাণ দিয়াছেন।

**টরিসেলীর পরীক্ষা** প্রায় তিন ফুট লম্বা এক মুখ বন্ধ একটি কাচের নল লইয়া পারদ ভর্তি করা হয়। তাহার পর ত হার খোলা মুখ বৃদ্ধান্ত দ্বারা বন্ধ করিয়া উল্টাইয়া ধরা হয়। এই অবস্থায় নলটিকে একটি পারদপূর্ণ পাত্রে নামানিয়া দিয়া খোলা মুখটি সম্পূর্ণরূপে পানদের নীচে রাখিয়া আস্তুলটি সবাইয়া লওয়া হয়। দেখা যায় যে নলের ভিতর যানিকটা পারদ নামিয়া যায়, কিন্তু বাকী অধিকাংশ পারদই নলের ভিতর থাকে। নলের ভিতর পারদের উপরের স্থানটি শূন্য থাকে কারণ সেখানে বাতাস মোটেই ঢুকিতে পাবে নাই। এই স্থানটিকে টরিসেলীর ভ্যাকুয়াম (Torricelli's vacuum) বলে। বাহিরের পাত্রে অবস্থিত পারদের পৃষ্ঠদেশ হইতে মাপিলে নলের ভিতরের পারদের উচ্চতা প্রায় ৩০ ইঞ্চি বা ৭০ সেন্টিমিটার হইবে। পারদ অত্যন্ত ভারী হওয়া সত্ত্বেও নীচে নামিয়া আসে না। ইহা হইতে বুঝা যায় যে পাত্রের পারদের উপর বায়ুমণ্ডলের চাপ পড়িতেছে এবং এই বায়ুমণ্ডলের চাপই নলের ভিতরেব পারদের ভারকে বহন করিতেছে। অতএব এই পারদস্তম্ভের ওজন ও বায়ুমণ্ডলের চাপ সমান। ইহা হইতে বায়ুমণ্ডলের চাপ মাপিবার ব্যবস্থা হইয়াছে।

বিভিন্ন স্থানে এবং বিভিন্ন উচ্চতায় পরীক্ষা করিলে দেখা যায় যে ভিন্ন ভিন্ন স্থানে ভিন্ন ভিন্ন উচ্চতায় নলের ভিতর পারদের উচ্চতা বিভিন্ন হয়। তাহা হইতে বুঝা যায় যে বিভিন্ন স্থানে এবং বিভিন্ন উচ্চতায় চাপের পরিমাণ বিভিন্ন হয়। ০ সেন্টিগ্রেড উচ্চতায় নিম্নবরেখার নিকট সমুদ্র সমতলে বায়ুমণ্ডলীর চাপ প্রতিবর্গ সেন্টিমিটারে ৭৬ সেন্টিমিটার উচ্চ পানদ স্তম্ভের ওজনের সমান। এই চাপের পরিমাণ সাধারণত ডাইন এ (Dyne) প্রকাশ করা হয়। ৭৬ সেন্টিমিটার উচ্চতার পারদের চাপ প্রতি বর্গ সেন্টিমিটারে  $(h \times \rho \times g) = 76 \times 13.6 \times 981$  ডাইন অর্থাৎ  $1.01 \times 10^6$  ডাইন। এই চাপ প্রতি বর্গ ইঞ্চিতে ১৫ পাউণ্ড বা প্রায় সাড়ে সাত

## গ্যাসের আচরণ

সের। এই চাপকে এক বায়ুমণ্ডলের চাপ ( one atmosphere pressure ) বলে।  
এই চাপকে প্রমাণ চাপ ( Normal বা Standard pressure ) বলে।

অনেক সময়ে বায়ুমণ্ডলের চাপ বা কোন গ্যাসীয় পদার্থের চাপ ডাইনে প্রকাশ না করিয়া কেবলমাত্র পারদস্তম্ভের উচ্চতাদ্বারা প্রকাশ করা হয়। যেমন কোন গ্যাসের চাপ = 60 সেন্টিমিটার বুলিলে বুঝিতে হইবে যে প্রতিবর্গ সেন্টিমিটারে চাপটি 60 সেন্টিমিটার পারদস্তম্ভের ওজনের সমান। এই চাপকে  $\frac{76}{60} = 1\frac{1}{3}$  বায়ুমণ্ডলের চাপও বলে।

0 সেন্টিগ্রেড উষ্ণতাকে প্রমাণ উষ্ণতা ( Normal temperature ) বলে।

বায়ুমণ্ডলের চাপ ও উষ্ণতা নানা কারণেই প্রতিনিয়তই পরিবর্তিত হয়। আবার নির্দিষ্ট পরিমাণ গ্যাসীয় পদার্থের আয়তন চাপ ও উষ্ণতার সঙ্গে পরিবর্তিত হয়। সেইজন্য বিভিন্ন গ্যাসীয় পদার্থের আয়তন তুলনা করিবার জন্য তাহাদের বিভিন্ন চাপে ও উষ্ণতায় উল্লিখিত আয়তনগুলিকে প্রমাণ চাপ ও উষ্ণতায় আনা হয়।

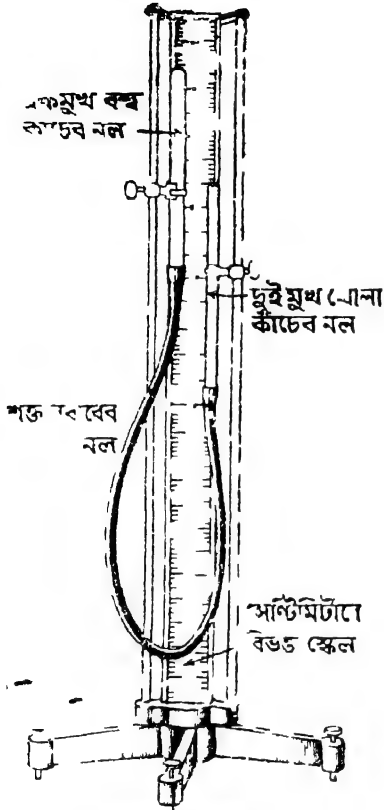
কোন গ্যাসীয় পদার্থের কেবলমাত্র আয়তন উল্লেখ করিলেই তাহার কোন পরিমাণ স্থির নির্ণয় হয় না কারণ চাপ ও উষ্ণতার সামান্য পরিবর্তনে গ্যাসের আয়তনেব প্রভূত পরিবর্তন সংঘটিত হয়। গ্যাসের উপর চাপের প্রভাব বয়েল তাহার নিজের উদ্ভাবিত যন্ত্রে পরীক্ষাদ্বারা প্রথমে আবিষ্কার করেন এবং তাহার লব্ধ ফল বয়েল সূত্র রূপে পবিচিত। আর গ্যাসের উপর তাপের প্রভাব চার্লস পরীক্ষা দ্বারা নির্ণয় করেন এবং তাহা চার্লস সূত্র নামে অভিহিত হয়।

বয়েল সূত্র ( Boyle's Law ) পূর্বেই পিছনযুক্ত চোঙে গ্যাস লইয়া দেখান হইয়াছে যে চাপ বৃদ্ধি করিলে গ্যাসের আয়তন কমে এবং চাপ কমাইলে গ্যাসের আয়তন বৃদ্ধিপ্রাপ্ত হয়। ইহা স্বত্বাকাবে নিম্নলিখিতভাবে প্রকাশ করা হইয়াছে

নির্দিষ্ট উষ্ণতায় কোন নির্দিষ্ট ওজনের যে-কোন গ্যাসের আয়তন চাপের সহিত ব্যস্তানুপাতে ( inversely ) পরিবর্তিত হয় অর্থাৎ চাপের বৃদ্ধি ও হ্রাসের অনুপাতে আয়তন যথাক্রমে কমিবে ও বৃদ্ধিপ্রাপ্ত হইবে।

## রসায়নের গোড়ার কথা

নির্দিষ্ট ওজনের গ্যাস চোঙে ভর্তি করিয়া যে কোন চাপে তাহার আয়তন দেখা



বয়েলের যন্ত্র

চিত্র ৩৪

হইল। তাহার পর উক্ত গ্যাসের উপর পিষ্টনেব সাহায্যে চাপ যদি দ্বিগুণ করা হয় তবে উহার আয়তন পূর্ব আয়তনের অর্ধেক য। আবার গ্যাসের উপর চাপ যদি এক তৃতীয়াংশ করা যায় তবে উহার আয়তন পূর্ব আয়তনের তিনগুণ হয়।

এই তথ্যটি বয়েল নিজের উদ্ভাষিত যন্ত্র সাহায্যে প্রমাণ করেন। সেই যন্ত্রের ছবি এখানে দেখান হইল। কিভাবে এই যন্ত্র দ্বারা পরীক্ষা করা হয় তাহা যে কোন পাঠ্যবিজ্ঞান পুস্তকই দেখাতে পাওয়া যাইবে।

আমরা সাধারণতঃ দুইটি সূত্র সহজেই বলিতে পারি। মনে করিয়া থাকি কোন নির্দিষ্ট ওজনের গ্যাসের চাপ  $P$  এবং আয়তন  $V$  বয়েল সূত্র অনুসারে—

$$PV = K$$
 যেখানে  $K$  একটি নির্দিষ্ট সংখ্যা (Constant)।

$$V = K / P$$
 যেখানে  $K$  একটি নির্দিষ্ট সংখ্যা (Constant)

$$PV = K$$

যদি চাপ  $P_1$  এ উক্ত নির্দিষ্ট ওজনের গ্যাসের আয়তন  $V_1$  হয়

তবে  $P_1 V_1 = K$  (সহকল্প  $P_2 V_2 = K = P_3 V_3 =$

(যেখানে  $P_2, P_3$  প্রভৃতি পরিবর্তিত চাপ এবং  $V_2, V_3$  সেই সময়ের পরিবর্তিত আয়তন)

বয়েল সূত্র সমস্ত গ্যাসীয় পদার্থের (যথা হাইড্রোজেন অক্সিজেন বায়ু প্রভৃতি) প্রতিই প্রযোজ্য।

**গ্যাসের চাপ ও ঘনাক্ষ** মনে কর। যাক  $M$  ওজনের ক্রমণ গ্যাসের চাপ  $P$  এবং তখন উহার আয়তন  $V$  এবং ঘনাক্ষ  $D$  এবং চাপ পরিবর্তিত করিয়া  $P_1$  করিলে উহার আয়তন হয়  $V_1$  এবং ঘনাক্ষ হয়  $D_1$

$$\text{একগুণে ওজন } M = V \times D = V_1 \times D_1 \quad V/V_1 = D_1/D$$

$$\text{বয়েল সূত্রানুসারে } \frac{V}{V_1} = \frac{P_1}{P} \quad \frac{D_1}{D} = \frac{P_1}{P}$$

$$\text{ঘনাক্ষ চাপের সহিত সমানুপাতিক অর্থাৎ } D \propto P$$

**উদাহরণ ১** নির্দিষ্ট উষ্ণতায় ৩০০ ঘন সেন্টিমিটার অক্সিজেনকে ৭০০ মিলিমিটার চাপ হইতে ৯০০ মিলিমিটার চাপে লওয়া হইলে উহাৰ আয়তন কত হইবে ?

গ্যাসের চাপ ছিল = ৭০০ মিলিমিটার এবং আয়তন = ৩০০ ঘন সেন্টিমিটার ।  
বর্তমান চাপ = ৯০০ মিলিমিটার এবং মনে কর তখন আয়তন হইল  $V$  ঘন সেন্টিমিটার ।

$$\text{অতএব বয়েলের সূত্রানুসারে, } 900 \times V = 700 \times 300$$

$$\text{অথবা } V = \frac{700 \times 300}{900} \quad \text{অথবা } \frac{700}{3} \text{ ঘন সেন্টিমিটার}$$

$$= 233 \frac{1}{3} \text{ ঘন সেন্টিমিটার (উত্তর)}$$

**উদাহরণ ২** ১০০ ঘন সেন্টিমিটার কার্বন ডাই অক্সাইড গ্যাস চাপবৃদ্ধির ফলে ৪০ ঘন সেন্টিমিটার হইল । তাহাৰ পূর্বের চাপ ৫৭ সেন্টিমিটার থাকিলে বর্তমান চাপ বায়ুমণ্ডলের চাপের কত গুণ হইবে ? উষ্ণতা অপরিবর্তিত থাকিবে ।

মনে কর বর্তমান চাপ = বায়ুমণ্ডলের চাপের  $P$  গুণ ।

$$\text{পূর্ববর্তী চাপ ছিল } = 57 \text{ সেন্টিমিটার } = \frac{57}{76} \times \frac{3}{4} \text{ বায়ুমণ্ডলের চাপ ।}$$

(  $3/4$  অ্যাটমোসফিয়ার )

$$\text{বয়েলের সূত্রানুসারে } PV = P_1 V_1 \quad \frac{3}{4} \times 100 = P \times 40$$

$$P = \frac{3}{4} \times \frac{100}{40} = \frac{15}{8} \text{ বায়ুমণ্ডলের চাপ } = \frac{15}{8} \text{ অ্যাটমোসফিয়ার ।}$$

**উদাহরণ ৩** এক বায়ুমণ্ডলের চাপে ( ৭৬ সেন্টিমিটার ) অবস্থিত ১০০ ঘন সেন্টিমিটার নাইট্রোজেনকে ৩ লিটার ( ৩০০০ ঘন সেন্টিমিটার ) আয়তনের একটি পাত্রে ভরিলে গ্যাসের চাপ কত হইবে ? উষ্ণতা অপরিবর্তিত থাকিবে ।

$$\text{বয়েলের সূত্রানুসারে } PV = P_1 V_1$$



ধরা যাউক যে নূতন চাপ  $P_1$  সেন্টিমিটার হইবে।

$$76 \times 100 = P_1 \times 3000$$

$$P_1 = \frac{76 \times 100}{3000} \text{ সেন্টিমিটার}$$

$$= 25.3 \text{ সেন্টিমিটার} = 253 \text{ সেন্টিমিটার।}$$

**উদাহরণ ৪** একটি ২০০ ঘন সেন্টিমিটার বোতলে কিছু কঠিন পদার্থ আছে এবং কিছু নাইট্রোজেন গ্যাস আছে। নাইট্রোজেন গ্যাসেব চাপ বায়ুমণ্ডলের চাপের সমান অর্থাৎ ৭৬ সেন্টিমিটার। নাইট্রোজেনের উপর চাপ বাড়াইয়া পাঁচগুণ করা হইল এবং তখন কঠিন পদার্থ সমেত গ্যাসের আয়তন ৯০ ঘন সেন্টিমিটার হইল। কঠিনের আয়তন কত? উক্ত অপরিসীম থাকিবে।

মনে করা যাউক কঠিনের আয়তন  $= V$  ঘন সেন্টিমিটার। চাপে কঠিনের আয়তনের কোন পরিবর্তন হয় না।

নাইট্রোজেনের ৭৬ সেন্টিমিটার চাপে আয়তন  $= (200 - V)$  ঘন সেন্টিমিটার এবং  $5 \times 76$  সেন্টিমিটার চাপে আয়তন  $= (90 - V)$  ঘন সেন্টিমিটার।

অতএব বয়েল সূত্রানুসারে

$$76 \times (200 - V) = 5 \times 76 \times (90 - V)$$

$$200 - V = 450 - 5V$$

$$5V - V = 450 - 200 \text{ অর্থাৎ } 4V = 250$$

$$V = \frac{250}{4} \text{ ঘন সেন্টিমিটার} = 62.5 \text{ ঘন সেন্টিমিটার।}$$

**উদাহরণ ৫** ০ সেন্টিমিটার দৈর্ঘ্যের একটি নাইট্রোজেনের ঘনত্ব  $= 14$ । উক্ত নাইট্রোজেনের চাপ পাঁচগুণ বাড়ানিলে ঘনত্ব কত হইবে?

চাপ পূর্বে ছিল  $= 76$  সেন্টিমিটার। নূতন চাপ  $= 3 \times 76$  সেন্টিমিটার।

মনে করা যাউক নূতন ঘনত্ব  $= D_1$

বয়েলের সূত্রানুসারে

$$\frac{D_1}{D} = \frac{P}{P_1} \quad \frac{D_1}{14} = \frac{76}{3 \times 76} \quad D_1 = 42$$

**উদাহরণ ৬** এক গুণ বায়ুমণ্ডলের চাপে অক্সিজেনের ঘনত্ব ১৬। উক্ত অক্সিজেনকে রাখিয়া চাপ কত গুণ বৃদ্ধি করিলে অক্সিজেনের ঘনত্ব ৩২ হইবে?

$$\text{এখানে } D_1 = 32 \quad D = 16$$

$$P_1 = ? \quad P = \text{এক গুণ বায়ুমণ্ডলের চাপ}$$

$$\frac{D_1}{D} = \frac{P}{P_1} \text{ অর্থাৎ } \frac{32}{16} = \frac{P}{P_1} \quad P_1 = 2$$

অর্থাৎ নূতন চাপ  $= 2$  গুণ বায়ুমণ্ডলের চাপ  $= 2$  অ্যাটমোসফিয়ার।

**চার্লসের সূত্র (Charles' Law)।** চাপ অপরিবর্তিত রাখিয়া উষ্ণতা বৃদ্ধি করিলে গ্যাসের আয়তন বৃদ্ধিপ্রাপ্ত হয় এবং উষ্ণতা কমাইলে আয়তন কমিয়া যায়। তাপের মাত্রার পরিবর্তনের সহিত গ্যাসের আয়তনের পরিবর্তন বিষয়ে বিজ্ঞানী চার্লস্ সম্যক পরীক্ষা দ্বারা লব্ধ ফল সূত্রাকারে প্রকাশ করিয়াছেন। কিন্তু সূত্রটি উল্লেখ কবিবাব আগে বলিতে হয় যে সকল গ্যাসীয় পদার্থই তাপমাত্রার পরিবর্তনে একই ভাবে প্রসারিত বা সঙ্কুচিত হয়। ইহা প্রমাণ করিতে নিম্নলিখিত ভাবে পরীক্ষা কার্য চালান যাইতে পারে।

কতকগুলি শক্ত কাচের বোতলেব মুখ রবারের ছিপি দিয়া বন্ধ কবা হয়। ছিপির মধ্য দিয়া সরু কাচ নলকে সমকোণে বাঁকাইয়া লাগান হয়। ভিন্ন ভিন্ন বোতলে ভিন্ন ভিন্ন গ্যাস ভর্তি করা হয়। নলেব মুখ পানদেব ভিতব ডুবাইয়া বোতলগুলিকে সামান্য উত্তপ্ত কবিয়া পবে ঠাণ্ডা করিয়া সকল নলের তিতর এক কৌটা পানদ তুলিয়া লওয়া হয়। পবে বোতলগুলিকে অমুভূমিকভাবে একই জলপাত্রে জলভর্তি কবিয়া জলের ভিতব সকল নলেব মুখ উপবদিকে করিয়া শোয়াইয়া রাখা হয়। তখন দেখা যায় যে প্রত্যেক নলে পারদ একই স্থানে অবস্থান করে। পরে জলকে উত্তপ্ত করিলে দেখা যায় যে প্রত্যেক সকল নলে পারদ একই ভাবে উপরে উঠে। ইহা হইতে বুঝা যায় যে সকল গ্যাসই একই উষ্ণতা বৃদ্ধির জন্য সমানভাবে প্রসারিত হয়।

চার্লসের সূত্রটি নিম্নলিখিতভাবে প্রকাশ কবা হইয়া থাকে “চাপ অপরিবর্তিত রাখিয়া নির্দিষ্ট পরিমাণ যে-কোন গ্যাসের 1 সেন্টিগ্রেড উষ্ণতা বৃদ্ধি বা হ্রাস করিলে উক্ত গ্যাসেব 0 সেন্টিগ্রেডে যে আয়তন থাকে সেই আয়তনের 1 ভগ্নাংশ পরিমাণে গ্যাসটির আয়তন বৃদ্ধি বা হ্রাস প্রাপ্ত হয়”।

মনে করা যাউক কোন নির্দিষ্ট চাপে 0 সেন্টিগ্রেড উষ্ণতায় কোন নির্দিষ্ট ওজনের গ্যাসের আয়তন =  $V_0$  ঘন সেন্টিমিটার।

$$\begin{aligned} 1 \text{ সেন্টিগ্রেড উষ্ণতা বৃদ্ধির জন্য আয়তন হইবে } & \left( V_0 + \frac{V_0}{273} \right) \text{ ঘন সেন্টিমিটার} \\ & = V_0 \left( 1 + \frac{1}{273} \right) \end{aligned}$$

$$10 \text{ সেন্টিগ্রেড উষ্ণতা বৃদ্ধির জন্ত আয়তন হইবে } \left( V_0 + \frac{V \times 10}{273} \right) \text{ ঘন সে. মি.}$$

$$= V_0 \left( 1 + \frac{10}{273} \right) \quad "$$

$$-5 \text{ সেন্টিগ্রেড উষ্ণতা হ্রাসের জন্ত আয়তন হইবে } \left( V_0 - \frac{V_0 \times 5}{273} \right)$$

$$= V_0 \left( 1 - \frac{5}{273} \right)$$

$$\text{সেন্টিগ্রেড উষ্ণতা বৃদ্ধির জন্ত আয়তন হইবে } \left( V_0 + \frac{V \times t}{273} \right)$$

$$= V \left( 1 + \frac{t}{273} \right)$$

$$\text{আবার } t \text{ সেন্টিগ্রেড উষ্ণতা হ্রাসের জন্ত আয়তন হইবে } \left( V_0 - \frac{V \times t}{273} \right)$$

$$\text{বা } V_0 \left( 1 - \frac{t}{273} \right) \quad "$$

এখানে  $t$  সেন্টিগ্রেড = যে কোন উষ্ণতা।

**দ্রষ্টব্য** সেন্টিগ্রেড উষ্ণতা পরিবর্তনের ফল গ্যাসের প্রসারণ কঠিন ও তরল অপেক্ষা অনেক অধিক। সেই কারণে গ্যাসের ক্ষেত্রে প্রাথমিক আয়তন 0 উষ্ণতার আয়তন ধরা হয়। কঠিন ও তরলের ক্ষেত্রে যে কোন উষ্ণতা হইতে প্রাথমিক আয়তন ধর যাহাতে পাশের কোন তাহাদের প্রসারণ অনেক কম।

**প্রসারক (Coefficient of expansion)** নির্দিষ্ট চাপে একক আয়তনের যে কোন গ্যাসের 0 সেন্টিগ্রেড হইতে 1 সেন্টিগ্রেড পর্যন্ত উষ্ণতা বৃদ্ধিতে যে পরিমাণ প্রসারণ হয় তাহাকে গ্যাসের আয়তন প্রসারক (Coefficient of Cubical Expansion) বলে।

যদি কোন গ্যাসের 0 সেন্টিগ্রেডে এর  $t$  সেন্টিগ্রেডে যথাক্রমে আয়তন  $V_0$  এবং  $V_t$  হয়, তবে  $t$  সেন্টিগ্রেড উষ্ণতা বৃদ্ধিতে আয়তন বৃদ্ধি হইবে  $V_t - V_0$  এবং এই আয়তন বৃদ্ধি  $V_0$  আয়তনের পক্ষে হইবে। অতএব আয়তন প্রসারক =  $\frac{V_t - V_0}{V_0 \times t}$  ইহার মান হইল  $\frac{1}{273}$  অথবা 0.00366

**গ্যাসের চাপের উপর তাপের প্রভাব** কোন নির্দিষ্ট পরিমাণ গ্যাসের আয়তন নির্দিষ্ট রাখিয়া উহার উষ্ণতার পরিবর্তন করিলে উহার চাপ পরিবর্তিত হয়। উষ্ণতা বৃদ্ধিতে চাপ বৃদ্ধিপ্রাপ্ত হয় এবং উষ্ণতা হ্রাসে চাপ হ্রাসপ্রাপ্ত হয়।

**চাপের সূত্র ( Law of Pressure ).** “নির্দিষ্ট পরিমাণ গ্যাসের আয়তন নির্দিষ্ট রাখিয়া তাহার উষ্ণতা 1 সেন্টিগ্রেড দ্বারা বৃদ্ধি বা হ্রাস কবিলে ঐকু গ্যাসের 0 সেন্টিগ্রেড উষ্ণতায় যে চাপ থাকে তাহার  $\frac{1}{273}$  ভাগ দ্বারা উহা বৃদ্ধি বা হ্রাস প্রাপ্ত হয়।

মনে করা যাউক 0 সেন্টিগ্রেড উষ্ণতায় কোন নির্দিষ্ট পৰিমাণ গ্যাসের কোন নির্দিষ্ট আয়তনে চাপ =  $P_0$

$$\begin{aligned} 1 \text{ সেন্টিগ্রেড উষ্ণতা বৃদ্ধি } \text{জন্ত চাপ} &= \left( P + P_0 \times \frac{1}{273} \right) \\ &= P_0 \left( 1 + \frac{1}{273} \right) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 15 \text{ সেন্টিগ্রেড } \text{ ” } \text{ ” } \text{ ” } \text{ ” } &= \left( P + P_0 \times \frac{15}{273} \right) \\ &= P \left( 1 + \frac{15}{273} \right) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} -5 \text{ সেন্টিগ্রেড উষ্ণতা হ্রাসে } \text{ ” } &= \left( P + P \times \frac{-5}{273} \right) \\ &= P_0 \left( 1 - \frac{5}{273} \right) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} t \text{ সেন্টিগ্রেড উষ্ণতা বৃদ্ধি } \text{ ” } &= \left( P_0 + P_0 \times \frac{t}{273} \right) \\ &= P \left( 1 + \frac{t}{273} \right) \end{aligned}$$

### উষ্ণতার পৰম স্কেল (Absolute Scale of Temperature )

কোন বিশিষ্ট চাপে কোন নির্দিষ্ট পৰিমাণ গ্যাসের আয়তন 0 সেন্টিগ্রেড উষ্ণতায় যদি  $V_0$  ঘন সেন্টিমিটার হয় এবং ঐকু গ্যাসের চাপ না বদলাইয়া যদি উষ্ণতা 273 সেন্টিগ্রেড হ্রাস করা যায় তবে - 273 সেন্টিগ্রেড উষ্ণতায় উহার নূতন আয়তন হইবে  $V_0(1 - \frac{273}{273})$  (চাপের সূত্র) =  $V(1 - 1) = 0$  ঘন সেন্টিমিটার, অর্থাৎ -273 সেন্টিগ্রেড উষ্ণতায় যে কোন গ্যাসের আয়তন হইবে শূন্য। কিন্তু -273 সেন্টিগ্রেড উষ্ণতায় পৌঁছিবাব পূর্বেই সকল গ্যাসই তরল হইয়া যায় এবং তরলে গ্যাসের সূত্রগুলি প্রযোজ্য হয় না। তাই -273 সেন্টিগ্রেড উষ্ণতায় সত্যিই কোন গ্যাসের আয়তন শূন্য হইয়া যায় কিনা তাহার কোন পরীক্ষার প্রমাণ নাই। তাহা হইলেও আ কিক হিসাবে ধরা হয় যে -273 সেন্টিগ্রেড উষ্ণতায় সকলপ্রকার গ্যাসের আয়তনই লোপ পাইয়া শূন্য হইয়া যায়। এই -273°

সেল্টিগ্রেড উষ্ণতাকে বলা হয় **পরম শূন্য (Absolute Zero)**। এই পরম শূন্য হইতে যদি উষ্ণতার মাত্রা মাপা আবস্ত করা হয় তাহা হইলে উষ্ণতা পরিমাপের যে স্কেল পাওয়া যায় তাহাকে **পরম স্কেল (Absolute Scale)** বলে। পরম স্কেল অনুসারে যে উষ্ণতার মাপ প্রকাশ করা যায় তাহাকে **পরম উষ্ণতা (Absolute Temperature)** বলে। এই স্কেল জলের হিমাক্ত তাহাকে সেল্টিগ্রেড স্কেলে ০ বলে তাহা 273 Absolute বা 273 A দ্বারা প্রকাশ করা হয়। সেল্টিগ্রেড স্কেলে যাহা t পরম স্কেল তাহা (273+t) A ইহাকে I A বলিয়া লেখা হয়।

অতএব পরম স্কেলের মান = সেল্টি গ্রেড স্কেলের মান + 273

**পরম স্কেলের উষ্ণতা অনুসারে চার্লসের সূত্র**

মনে করা যাক কোন নির্দিষ্ট পরিমাণ গ্যাসের নির্দিষ্ট চাপের ০ সেল্টিগ্রেড উষ্ণতায় আয়তন ইল V<sub>০</sub> সেল্টিমিটার সেই পরিমাণ গ্যাসেরই চাপ স্থিতি রাখে t সেল্টিগ্রেড উষ্ণতায় আয়তন হয় V ঘন সেল্টিমিটার এবং t সেল্টিগ্রেড উষ্ণতায় V<sub>০</sub> ঘন সেল্টিমিটার।

$$\text{একটি চার্লস সূত্রানুসারে } V = V_0 \left( 1 + \frac{t}{273} \right) \text{ এবং } V = V_0 \left( 1 + \frac{t}{273} \right)$$

$$\text{অথবা } V = V_0 \left( \frac{273+t}{273} \right) \text{ এবং } V = V_0 \left( \frac{273+t}{273} \right)$$

আমরা জানি যে সাধারণ ও পরম উষ্ণতার সম্বন্ধ ইহা  $T = 273 + t$  এবং  $T = 273 + t$

$$\text{অতএব } V = V_0 \times \frac{T}{273} \text{ এবং } V = V_0 \times \frac{T}{273}$$

$$\frac{V}{V_0} = \frac{V_0 \times \frac{T}{273}}{V_0 \times \frac{T}{273}} = \frac{T}{T} \quad \text{অথবা} \quad \frac{V}{V_0} = \frac{T}{T}$$

পরম উষ্ণতার হিসাবে চার্লসের সূত্রকে নূতনভাবে নিম্নলিখিতভাবে উল্লেখ করা হইয়া থাকে

“চাপ নির্দিষ্ট রাখিলে কোন নির্দিষ্ট পরিমাণের যে-কোন গ্যাসের আয়তন ও পরম উষ্ণতা সমানুপাতিক হয়।” অর্থাৎ পরম উষ্ণতা যে অনুপাতে বৃদ্ধিপ্রাপ্ত হয় গ্যাসের আয়তনও সেই অনুপাতে বৃদ্ধি পায় এবং পরম উষ্ণতা যে অনুপাতে কমে গ্যাসের আয়তনও সেই অনুপাতে কমে।

আবার চাপের নিয়ম হইতে আমরা জানি  $P = P_0 \left(1 + \frac{t}{273}\right)$  #

এবং  $P = P \left(1 + \frac{t}{273}\right)$  অতএব  $\frac{P}{P} = \frac{273+t}{273+t} = \frac{T}{T}$   $\frac{P}{T} = \frac{P'}{T'}$

অতএব আয়তন স্থিরাক্ষে রাখিয়া যদি উষ্ণতা বৃদ্ধি করা যায় তাহা হইলে চাপ ও পরম উষ্ণতা সমানুপাতিক হয়।

আবার  $V$  এবং  $V$  যদি একই পরিমাণ (M) গ্যাসের  $t$  সেন্টিগ্রেড উষ্ণতায় এবং  $t$  সেন্টিগ্রেড উষ্ণতায় আয়তন হয় এবং  $D$  ও  $D$  উক্ত উষ্ণতায় গ্যাসের ঘনক হয়—

তাহা হইলে  $V \propto \frac{M}{D}$  এবং  $V = \frac{M}{D}$

আবার  $\frac{V}{V} = \frac{T}{T}$  (চাপের সূত্রানুসারে)

$$\frac{V}{V} = \frac{M}{D} \times \frac{D}{M} = \frac{T}{T}$$

অতএব নির্দিষ্ট চাপে নির্দিষ্ট পরিমাণ গ্যাসের ঘনক ও পরম উষ্ণতা ব্যস্তানুপাতিক (inversely proportional) য অর্থাৎ উষ্ণতা বৃদ্ধিপ্রাপ্ত হইলে ঘনক কমে এবং উষ্ণতা কমিলে ঘনক বৃদ্ধি পায়।

**বয়েল ও চার্লসের সংযুক্ত সূত্র (Combination of Boyle's and Charles Laws)**

(i) বয়েলের সূত্রানুসারে আমরা জানি যে উষ্ণতা (T) স্থির রাখিলে নির্দিষ্ট পরিমাণ (ভর) গ্যাসের আয়তন (V) চাপের (P) সহিত ব্যস্তানুপাতে পরিবর্তিত হয়। অর্থাৎ

$$V \propto \frac{1}{P} \text{ (যখন T নির্দিষ্ট থাকে)।}$$

(ii) আবার চার্লসের সূত্রানুসারে আমরা জানি যে চাপ স্থিরাঙ্কে রাখিয়া উষ্ণতা পরিবর্তিত করিলে নির্দিষ্ট পরিমাণ গ্যাসের আয়তন চরম উষ্ণতার সহিত সমানুপাতে পরিবর্তিত হয়।

অর্থাৎ  $V \propto T$  (যখন P নির্দিষ্ট থাকে)।

(i) এবং (ii) কে পরিবর্তনের সূত্রানুসারে (Theorem of Variation) একত্র করিলে পাওয়া যায়—

$$V \propto \frac{T}{P} \text{ (যখন চাপ ও উষ্ণতা উভয়ই পরিবর্তনশীল হয়)।}$$

$$V = R \frac{T}{P} \text{ যেখানে } R = \text{ধ্রুবক (constant)}$$

$$PV = RT$$

এই সমীকরণকে গ্যাস সমীকরণ (Gas equation) বলে। যদি একই পরিমাণ গ্যাসের  $P$  চাপে এবং  $T$  চরম উষ্ণতায় আয়তন  $V$  হয় এবং সেই পরিমাণ গ্যাসের  $P_1$  চাপে এবং  $T_1$  চরম উষ্ণতায় আয়তন  $V_1$  হয়, তবে

$$\frac{PV}{T} = R = \frac{P_1 V_1}{T_1}$$

০ সেন্টিগ্রেড উষ্ণতাকে এবং ৭৬ সেন্টিমিটার হিম শীতল পারদের চাপকে গ্যাসের প্রমাণ উষ্ণতা ও চাপ (Normal temperature and pressure, অথবা N T P) বলে।

$$\text{অবার আমবা ভাবি } \frac{D_1}{D_2} = \frac{V}{V_1}$$

এক্কে বয়েল ও চার্লসের সযুক্ত সূত্রানুসারে দেখান হইয়াছে যে  $\frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V}{T}$

$$\text{অথবা } \frac{P_1 T}{P T} = \frac{V}{V_1} = \frac{D_1}{D} \quad \text{সুতরাং} \quad \frac{D_1 T}{P} = \frac{D_2 T_2}{P_2}$$

**মিশ্র গ্যাসের চাপ ডালটনের অংশ চাপসূত্র (Law of Partial Pressures)**—নির্দিষ্ট আয়তনের পাত্রে একবকম গ্যাসের বদলে যদি দুই বা ততোধিক প্রকার গ্যাসীয় পদার্থ মিশ্রিত অবস্থায় থাকে এবং সেই গ্যাসীয় পদার্থগুলির ভিতর যদি কোনপ্রকার রাসায়নিক বিক্রিয়া না ঘটে তবে উক্ত মিশ্রণের একটি চাপ থাকে। আবার যদি উক্ত মিশ্রণের প্রত্যেকটি উপাদান একই পরিমাণে পৃথক পৃথক ভাবে উক্ত একই পাত্রে থাকে তবে ইহাদের প্রত্যেকের ভিন্ন ভিন্ন চাপ থাকে। অবশ্য সকল সময়েই উষ্ণতা একই রাখা হয়। এই অবস্থায় প্রত্যেক উপাদানের ভিন্ন ভিন্ন চাপকে অংশ চাপ (Partial pressure) বলে। অংশ চাপ সূত্র নিম্নলিখিতভাবে প্রকাশ করা হয়—

‘নির্দিষ্ট উষ্ণতায় নির্দিষ্ট আয়তনের কোন একটি পাত্রে যদি দুই বা ততোধিক গ্যাস বা বাষ্প মিশ্রিত করা হয় তবে মিশ্রণের মিলিত চাপ = গ্যাস বা বাষ্পগুলির আংশিক চাপের যোগফলের সমান।’

যদি কোন নির্দিষ্ট আয়তনের পাত্রে কোন নির্দিষ্ট উষ্ণতায় বিভিন্ন গ্যাসের চাপ  $P_1, P_2, P_3$  হয় এবং সেই উষ্ণতায় সেই আয়তনের পাত্রে ইহাদের মিশ্রণের

চাপ  $P$  হয় তবে  $P = p_1 + p_2 + p_3 + \dots$  হইবে। মনে রাখিতে হইবে যে পৃথক পৃথক গ্যাস ও বাষ্পের মধ্যে কোন রাসায়নিক ক্রিয়া সংঘটিত হয় না।<sup>৭</sup>

মনে করা যাউক নির্দিষ্ট উষ্ণতায়  $V_1$  আয়তনের এবং  $P_1$  চাপের অক্সিজেন গ্যাসকে  $V_2$  আয়তনের ও  $P_2$  চাপের নাইট্রোজেন গ্যাসের সহিত মেশানো হইল। উষ্ণতা একই থাকিলে মিশ্রিত গ্যাসের মোট আয়তন  $= V_1 + V_2$ । মনে করা যাউক মিশ্রিত গ্যাসের চাপ  $= P$ । অক্সিজেনের আংশিক চাপ  $= p_1$  এবং নাইট্রোজেনের আংশিক চাপ  $= p_2$ ।  $P = p_1 + p_2$  মিশ্রণের পর অক্সিজেনের আয়তন  $V_1 + V_2$  হয়, কিন্তু তাহার চাপ  $p_1$  এ পরিবর্তিত হয়। বয়েল সূত্রানুসারে  $p_1 (V_1 + V_2) = P_1 V_1$

$$\text{এবং } p_2 (V_1 + V_2) = P_2 V_2$$

$$\text{অতএব } p_1 = \frac{P_1 V_1}{V_1 + V_2} \text{ এবং } p_2 = \frac{P_2 V_2}{V_1 + V_2}$$

$$P = p_1 + p_2 = \frac{P_1 V_1}{V_1 + V_2} + \frac{P_2 V_2}{V_1 + V_2}$$

$$\text{অথবা } P (V_1 + V_2) = P_1 V_1 + P_2 V_2$$

**উদাহরণ।** কোন 100 ঘন সেন্টিমিটার আয়তনের পাত্রে 160 সেন্টিমিটার চাপে অক্সিজেন আছে। অত্র একটি 400 ঘন সেন্টিমিটার আয়তনের পাত্রে 200 সেন্টিমিটার চাপে নাইট্রোজেন আছে। পাত্র দুইটি একটি ষ্টপককযুক্ত সরু নল দ্বারা যুক্ত। ষ্টপকক খুলিয়া দিয়া গ্যাস দুইটিকে সম্পূর্ণরূপে মিশিতে দিলে মিশ্রণের চাপ কত হইবে?

মনে করা যাউক মিশ্রণের চাপ  $= P$  সেন্টিমিটার। মিশ্রণের পর উভয়ের (অক্সিজেনের ও নাইট্রোজেনের) আয়তন হইবে  $(100 + 400)$  বা 500 ঘন সেন্টিমিটার। মনে কর মিশ্রণের ভিতর অক্সিজেনের আংশিক চাপ  $= p_1$  সেন্টিমিটার এবং নাইট্রোজেনের আংশিক চাপ  $= p_2$  সেন্টিমিটার।

$$\text{বয়েলের সূত্রানুসারে } p_1 \times 500 = 100 \times 160$$

$$\text{অথবা } p_1 = \frac{100 \times 160}{500} \text{ সেন্টিমিটার}$$

$$= 32 \text{ সেন্টিমিটার}$$

$$\text{আবার, } p_2 \times 500 = 400 \times 200$$



$$\text{অথবা } p_2 = \frac{400 \times 200}{500} \text{ সেন্টিমিটার}$$

$$= 160 \text{ সেন্টিমিটার}$$

$$P = p_1 + p_2 = (32 + 160) \text{ বা } 192 \text{ সেন্টিমিটার।}$$

**আর্দ্র গ্যাস** পরীক্ষাগারে সাধাবশত জলে অদ্রবণীয় গ্যাসকে জলের উপর সঞ্চিত করা হয়। সুতরাং গ্যাসটি জলীয় বাষ্প দ্বারা সঞ্চিত হয়। এই আর্দ্র গ্যাসে কেবলমাত্র শুষ্ক গ্যাসের চাপ নির্ণয় কবিরাব সময় আর্দ্র গ্যাসের সমগ্র চাপ হইতে সঞ্চিত জলীয় বাষ্পের চাপ বাদ দিতে হয়। কোন আর্দ্র গ্যাসের চাপ  $P =$  শুষ্ক গ্যাসের প্রকৃত চাপ  $p +$  সঞ্চিত জলীয় বাষ্পের চাপ  $f$  (পরীক্ষার সময়ের উষ্ণতায়)। প্রতি ডিগ্রি ও ডিগ্রির তথ্য গণে সঞ্চিত জলীয় বাষ্পের চাপ রেণোর (Regnault's Table) দ্বারা নির্ণয় হইয়া লিপিবদ্ধ করা আছে।  $p = P - f$  মনে করা যাউক যে একটি আর্দ্র গ্যাসের উষ্ণতা  $= t$  সেন্টিগ্রেড উষ্ণতার আয়তন  $V$  ঘন সেন্টিমিটার এবং উষ্ণতার চাপ  $= P$  সেন্টিমিটার। যদি  $t$  সেন্টিগ্রেডে সঞ্চিত জলীয় বাষ্পের চাপ  $= f$  সেন্টিমিটার হয় তবে শুষ্ক গ্যাসের চাপ  $= (P - f)$  সেন্টিমিটার। যদি শুষ্ক গ্যাসের আয়তন  $N$  লিটারে  $V_1$  ঘন সেন্টিমিটার হয় তবে বয়েল ও চার্লসের সঞ্চিত সূত্রানুসারে

$$\frac{V \times (P - f)}{273 + t} = \frac{V_1 \times 76}{273}$$

$$\text{অথবা } V_1 = \frac{V \times (P - f) \times 273}{76(273 + t)} \text{ ঘন সেন্টিমিটার হবে।}$$

**উদাহরণ ১** ৫০০ ঘন সেন্টিমিটার হাইড্রোজেন গ্যাসকে ১৭ সেন্টিগ্রেড উষ্ণতায় ও ৭৫০ মিলিমিটার চাপে জলের উপর সঞ্চিত করা হইল। শুষ্ক অবস্থায় এই গ্যাসের প্রমাণ উষ্ণতায় ও চাপে কত আয়তন হইবে? (১৭ সেন্টিগ্রেড উষ্ণতায় সঞ্চিত জলীয় বাষ্পের চাপ  $= 14.4$  মিলিমিটার)।

শুষ্ক হাইড্রোজেনের চাপ  $= (750 - 14.4)$  বা ৭৩৫.৬ মিলিমিটার। মনে করা যাউক যে শুষ্ক হাইড্রোজেনের প্রমাণ উষ্ণতায় ও প্রমাণ চাপে আয়তন  $= V$  ঘন সেন্টিমিটার। বয়েল ও চার্লসের সঞ্চিত সূত্রানুসারে—

$$\frac{500 \times 735.6}{273 + 17} = \frac{V \times 760}{273}$$

$$V = \frac{500 \times 735.6 \times 27}{760 \times 290} \text{ ঘন সেন্টিমিটার} = 455.57 \text{ ঘন সেন্টিমিটার।}$$

**উদাহরণ ২** ২৭ সেন্টিগ্রেড উষ্ণতায় এবং ৭৬০ মিলিমিটার চাপে জলের উপর ২০০ ঘন সেন্টিমিটার অক্সিজেন স গ্রহণ করা হইল। যদি ২৭ সেন্টিগ্রেড উষ্ণতায় স পৃষ্ঠ জলীয় বাষ্পের চাপ ১৫ মিলিমিটার হয় তবে প্রাণ চাপ ও উষ্ণতায় শুষ্ক অক্সিজেনের আয়তন কত হইবে ?

শুষ্ক অক্সিজেনের চাপ =  $(760 - 15)$  বা ৭৪৫ মিলিমিটার। মনে করা যাউক যে শুষ্ক অক্সিজেনের প্রমাণ উষ্ণতায় ও চাপে আয়তন =  $V$  ঘন সেন্টিমিটার।

বয়েল ও চার্লসের সূত্রানুসারে—

$$\frac{200 \times 745}{273 + 27} = \frac{V \times 760}{273}$$

$$V = \frac{200 \times 745}{760 \times 300} \times 273 \text{ ঘন সেন্টিমিটার} = 178.4 \text{ ঘন সেন্টিমিটার।}$$

বয়েল ও চার্লসের সূত্র উৎপত্তির উপর কয়েকটি উদাহরণ নিয়ে প্রদত্ত হইল।

**উদাহরণ ১** ১২ বর্গ সেন্টিমিটার প্রস্থচ্ছেদ বিশিষ্ট কাচের নল পানির উপর প্রমাণ উষ্ণতা ও চাপে ৪০ ঘন সেন্টিমিটার অক্সিজেন স গ্রহণ করা হইল। তখন দেখা গেল যে নলের ভিতর পানির নল নিম্নের পাত্র অবস্থিত পানির তল হইতে ১৫৬ সেন্টিমিটার উল্লস অবস্থি। সেই সময়ে বায়ুমণ্ডলের চাপ ৭৫৬ মিলিমিটার ছিল এবং বায়ুমণ্ডলের উষ্ণতা ১১ সেন্টিগ্রেড ছিল। নলের কতখানি দৈর্ঘ্য গ্যাস দ্বারা ভর্তি ছিল তা নির্ণয় কর।

মনে করা যাউক যে উক্ত অবস্থায় অক্সিজেনের আয়তন =  $V$  ঘন সেন্টিমিটার এবং নলের যে দৈর্ঘ্য অক্সিজেন অধিকার করিয়া আছে তাহা  $l$  সেন্টিমিটার। অক্সিজেনের চাপ = বায়ুমণ্ডলের চাপ - নলের ভিতর পানির স্তরের দৈর্ঘ্য।

$$= (756 - 156) \text{ মিলিমিটার}$$

$$= 600 \text{ মিলিমিটার}$$

বয়েলের ও চার্লসের সূত্রানুসারে—

$$\frac{40 \times 760}{273} = \frac{V \times 600}{273 + 11}$$

$$V = \frac{40 \times 760 \times 304}{273 \times 600} \text{ ঘন সেন্টিমিটার} = 56.4 \text{ ঘন সেন্টিমিটার}$$

এক্ষেপে দৈর্ঘ্য  $\times$  প্রস্থচ্ছেদ = আয়তন  $l \times 12 = 56.4$

$$l = \frac{56.4}{12} \text{ বা } 4.7 \text{ সেন্টিমিটার।}$$

## ব্রহ্মসূত্রের গৌড়ীয় কথা

**উদাহরণ ২** ২০০ ঘন সেন্টিমিটার হাইড্রোজেনকে প্রমাণ উষ্ণতা ও প্রমাণ চাপ হইতে ৫০ সেন্টিগ্রেড উষ্ণতায় ও ৭২ সেন্টিমিটার চাপে লইয়া যাওয়া হইল। উহাব আয়তন কত হইবে নির্ণয় কর।

মনে কবা যাউক  $V$  ঘন সেন্টি টাব উহাব পবিবর্তিত আয়তন।

বয়েল ও চার্লসের স যুক্ত সূত্রানুসারে—

$$\frac{200 \times 76}{273 + 0} = \frac{V \times 72}{273 + 20}$$

অতএব  $V = \frac{200 \times 76 \times 293}{273 \times 72}$  ঘন সেন্টিমিটার = ২২৬.৫ ঘন সেন্টিমিটার।

**উদাহরণ ৩** ৫২২ ঘন সেন্টিমিটার হাইড্রোজেনকে ১৯ সেন্টিগ্রেড উষ্ণতা হইতে ১০০ সেন্টিগ্রেড উষ্ণতা পর্যন্ত উত্তপ্ত করিয়া দেখা গেল উহাব আয়তন তিনগুণ হইয়াছে পূর্বের চাপ ৭৬২ মিলিমিটার হইলে নূতন চাপ কত হইবে ?

ধবা যাউক যে নূতন চাপ =  $P$  মিলিমিটার।

বয়েল ও চার্লসের স যুক্ত সূত্রানুসারে—

$$\frac{522 \times 762}{273 + 19} = \frac{522 \times 3 \times P}{273 + 100}$$

অথবা  $P = \frac{522 \times 762 \times 373}{292 \times 522 \times 3}$  মিলিমিটার

= ৩২৪.৪৬ মিলিমিটার।

**উদাহরণ ৪** কোন গ্যাসের উপর চাপের পরিমাণ ৭৬০ মিলিমিটার হইতে ১৫২০ মিলিমিটার পর্যন্ত বাড়ানবা গ্যাসটির আয়তন ৪ গুণ বৃদ্ধি করিতে হইলে উষ্ণতা কত কবা প্রয়োজন হবে ?

মনে কবা যাউক গ্যাসটির আয়তন =  $V$  ঘন সেন্টিমিটার এর উহার উষ্ণতা ৫০ সেন্টিগ্রেড। এর যাউক যে নূতন উষ্ণতা =  $t$  সেন্টিগ্রেড।

বয়েল ও চার্লসের স যুক্ত সূত্রানুসারে—

$$\frac{760 \times V}{273 + 0} = \frac{1520 \times 4 \times V}{273 + t}$$

অথবা  $\frac{1}{273} = \frac{8}{273 + t}$

$$273 + t = 273 \times 8$$

$$t = (273 \times 7) \text{ সেন্টিগ্রেড}$$

$$= 1911 \text{ সেন্টিগ্রেড।}$$

**উদাহরণ ৫** ২৭ সেন্টিগ্রেড উষ্ণতায় এবং ৭৬০ মিলিমিটার চাপে কোন একটি গ্যাসের ঘনত্ব ৪৪। এই গ্যাসটির ঘনত্ব ১২৭ সেন্টিগ্রেড উষ্ণতায় এবং ২৫২০ মিলিমিটার চাপে কত হইবে ?

আমরা দেখিয়াছি যে, বায়ল ও চার্লসের সংযুক্ত উপস্থূত অনুসারে—

$$\frac{D_1 T_1}{P_1} = \frac{D_2 T_2}{P_2}$$
 যেখানে  $D_1, T_1, P_1$  একটি গ্যাসের ঘনত্ব উষ্ণতা (প্ৰথম স্থলে) এবং চাপ এবং অতঃপরে  $D, T, P_2$  সেই গ্যাসেরই ঘনত্ব উষ্ণতা (দ্বিতীয় স্থলে) এবং চাপ।

$$\frac{38 \times (273 + 27)}{760} = \frac{D_2 \times (273 + 127)}{2520}$$

$$D_2 = \frac{38 \times 300 \times 2520}{760 \times 400}$$

$$= 57$$

**উদাহরণ ৬** বায়ুতে এক ভাগ অক্সিজেন ৪ ভাগ নাইট্রোজেন (আয়তনিক হিসাবে) মিশ্রিত আছে। বায়ুর মোট চাপ ৭৬০ মিলিমিটার। অক্সিজেন ও নাইট্রোজেনের আংশিক চাপ কত ?

আংশিক চাপের সূত্রানুসারে অক্সিজেনের আংশিক চাপ + নাইট্রোজেনের আংশিক চাপ = বায়ুর চাপ

$$P_{O_2} + P_{N_2} = 760 \text{ মিলিমিটার}$$

$$P_{O_2} = \text{বায়ুর চাপের } \frac{1}{5} = \frac{1}{5} \times 760 \text{ মিলিমিটার} = 152 \text{ মিলিমিটার}$$

$$P_{N_2} = \text{বায়ুর চাপের } \frac{4}{5} = \frac{4}{5} \times 760 \text{ মিলিমিটার} = 608 \text{ মিলিমিটার}$$

### Questions

1 State precisely Boyle's Law and express it by an equation

A gas occupies 100 cc under a pressure of 340 mm. If the temperature of the gas be kept constant and the pressure changed to 1000 mm what volume the gas will occupy ?

[Ans 34 cc]

১। বয়েল সূত্র সঠিকভাবে উল্লেখ কর এবং সূত্রটি অঙ্ক দ্বারা প্রকাশ কর।

একটি গ্যাসের আয়তন ১০০ ঘন সেন্টিমিটার হয় ৩৪০ মিলিমিটার চাপে। উষ্ণতা অপরিবর্তিত রাখিয়া চাপের পরিমাণ যদি ১০০০ মিলিমিটার করা হয় তাহা হইলে গ্যাসটির আয়তন কত হইবে ?

[উত্তর ৩৪ ঘন সেন্টিমিটার]

2 State Charles Law What do you understand by Absolute Zero and Absolute temperature ?

A certain mass of gas occupies 1 litre at 20°C. At what temperature will its volume be 1750 cc?

[Ans: 2318°C]

২। চার্লসের সূত্র উল্লেখ কর। পরম শূন্য এবং পরম উষ্ণতা বলিতে কি বুঝায়?

৩০ সেলসিয়াস উষ্ণতায় কোন নির্দিষ্ট পরিমাণ গ্যাসের আয়তন হইল ১ লিটার। কোন উষ্ণতায় সেই পরিমাণ গ্যাসের আয়তন হইবে ১৭৫০ ঘন সেলসিয়াস?

[উত্তর: ২৩১৮ সেলসিয়াস]

3 Deduce from Boyle's Law the relationship existing between pressure and density of a gas. What is meant by normal temperature and normal pressure? The density of chlorine at N.T.P. is 3.22 grams/litre. At what pressure will its density be 1 gram/litre? The temperature is kept fixed at 0°C. [Ans: 236 millimetre]

৩। বয়েলের সূত্র হইতে গ্যাসের চাপ ও ঘনত্বের সম্বন্ধ নির্ণয় কর। প্রমাণ চাপ ও উষ্ণতা কাকে বলে? প্রমাণ চাপে ও উষ্ণতায় ক্লোরিনের ঘনত্ব হইল ৩.২২ গ্রাম/লিটার। কোন চাপে উহার ঘনত্ব হইবে ১ গ্রাম/লিটার? উষ্ণতা সেলসিয়াসে স্থির রাখা হইবে।

উত্তর: ২৩৬ মিলিমিটার]

4 Deduce from Charles' Law the relationship existing between temperature and density of a gas. The density of oxygen at N.T.P. is 1.429 grams per litre. Keeping the pressure fixed at 760 mm, at what temperature will the density of oxygen be 1 gram per litre.

[Ans: 111°C]

৪। চার্লসের সূত্র হইতে গ্যাসের চাপ ও ঘনত্বের সম্বন্ধ নির্ণয় কর। প্রমাণ উষ্ণতায় ও চাপে ক্লোরিনের ঘনত্ব হইল ৩.২২ গ্রাম/লিটার। চাপ স্থির রাখিয়া (৭৬০ মিলিমিটার) বায়ালে কোন উষ্ণতায় ঘনত্ব হইবে ১ গ্রাম/লিটার? উষ্ণতা সেলসিয়াসে স্থির রাখা হইবে।

5 Write out the gas equation derived by combining Boyle's and Charles' laws for gases relative to their volumes, temperatures and pressures.

A certain amount of gas occupies 250 cc at 20°C and 760 mm pressure. What volume will the same amount of gas occupy at 5°C and 740 mm pressure? [Ans: 24 cc]

৫। বয়েলের সূত্র ও চার্লসের সূত্র একত্র করিয়া গ্যাসের আয়তন, উষ্ণতা ও চাপ সম্পর্কে যে আণবিক সংকেত পাওয়া যায় তাহা লিখ।

কোন নির্দিষ্ট ওজনবিশিষ্ট গ্যাসের ২০ সেলসিয়াসে ৭৬০ মিলিমিটার চাপে ২৫০ সিসি হইবে। ৫°C ঘন সেলসিয়াসে ও ৭৪০ মিলিমিটার চাপে আয়তন কত হইবে?

[উত্তর: ২২৪ ঘন সেলসিয়াস]

6 A certain amount of a gas occupies 500 cc at 15°C and 750 mm pressure. If that amount of gas is to be placed in a vessel of 400 cc at 50°C, what pressure is to be applied on the gas?

[Ans: 1051 mm]

৬। কোন নির্দিষ্ট ওজনের গ্যাসের আয়তন হইল ৫০০ ঘন সেলসিয়াসে ৭৫০ মিলিমিটার চাপে। ৫০°C চাপে তাহা স্থাপন করিলে কত চাপ প্রয়োগ করা হইবে?

উষ্ণতা হইল ১৫ সেন্টিগ্রেড এবং চাপ হইল ৭৫০ মিলিমিটার। যদি উক্ত পরিমাণ গ্যাসকে একটি ৪০০ ঘন সেন্টিমিটারেব পায়ে ৫০ সেন্টিগ্রেড উষ্ণতায় ভর্তি করিতে হয় তবে কত চাপ প্রয়োগ করা প্রয়োজন হইবে? [ উত্তর ১০৫১ মিলিমিটার ]

7 The density of a gas at 37°C and 700 mm pressure is found to be 24(H=1) What will be its density at 150°C and 1050 mm pressure? [ Ans 25.53 ]

৭। ২৭ সেন্টিগ্রেড উষ্ণতায় এবং ৭০০ মিলিমিটার চাপে কোন একটি গ্যাসের ঘনত্ব হইল ২৪ (H=1)। ১৫০ সেন্টিগ্রেড উষ্ণতায় এবং ১০৫০ মিলিমিটার চাপে গ্যাসটির ঘনত্ব কত হইবে? [ উত্তর ২৫.৫৩ ]

8 3 volumes of hydrogen and 1 volume of nitrogen are mixed together. If at the time of mixing the barometric pressure be 760 mm what are the partial pressures of the two gases?

[ Ans Hydrogen—570 mm Nitrogen—190 mm ]

৮। ৩ আয়তন হাইড্রোজেন এবং ১ আয়তন নাইট্রোজেন পরস্পর মিশ্রিত করা হইল। যদি ২ মিশ্রণের স.ম. ব্যারোমিটারেব চাপ ৭৬০ মিলিমিটার হয় তাহা হইলে গ্যাস দুইটির অংশ চাপ কত? [ উত্তর হাইড্রোজেন ৫৭ মিলিমিটার নাইট্রোজেন ১৯০ মিলিমিটার। ]

9 By collecting a certain weight of a gas over water at 22°C and 753 mm pressure it was found to occupy 130 cc. The aqueous tension at the temperature of water is 19.66 mm. Find the volume of the gas at N.T.P. [ Ans 116 cc ]

৯। কোনও নির্দিষ্ট ওজনের গ্যাসকে একটি পাত্র জলের উপর স.ম. এই কব। কুলেব্রেশন দোষ। গেল যে ঘনত্ব উষ্ণতা (২২ সেন্টিগ্রেড) ও বায়ুর স.ম. চাপে (৭৫৩ মিলিমিটার) উহার আয়তন হ'ল ১৩০ ঘন সেন্টিমিটার। জলে উষ্ণতা ১৯.৬৬ মিলিমিটার বাষ্পের চাপ হইল ১৯.৬৬ মিলিমিটার। স.ম. উষ্ণতা ও চাপ উক্ত গ্যাসের আয়তন কত হইবে? [ উত্তর ১১৬ ঘন সেন্টিমিটার ]

10 In a 250 cc flask 150 cc of hydrogen under 750 mm pressure 75 cc of oxygen under 30 mm pressure and 50 cc of nitrogen under 20 mm pressure are mixed together. Under the condition calculate (a) the partial pressure of each gas and (b) the total pressure of the mixture

[ Ans (a) Hydrogen—450 mm Oxygen—105 mm Nitrogen—50 mm (b) 605 mm ]

১০। একটি ২৫ ঘন সেন্টিমিটার আয়তনের ফ্লাস্কে ৭৫০ মিলিমিটার চাপে ১৫০ ঘন সেন্টিমিটার হাইড্রোজেন ৩৫০ মিলিমিটার চাপে ৭৫ ঘন সেন্টিমিটার অক্সিজেন এবং ২৫০ মিলিমিটার চাপে ৫০ ঘন সেন্টিমিটার নাইট্রোজেন মিশ্রিত করা হইল। এই অবস্থায় মিশ্রণের পর (ক) প্রত্যেক গ্যাসের অংশ চাপ এবং (খ) মিশ্রণের সমগ্র চাপ নির্ণয় কর।

[ উত্তর (ক) হাইড্রোজেন ৪৫০ মিলিমিটার অক্সিজেন ১০৫ মিলিমিটার নাইট্রোজেন ৫০ মিলিমিটার। (খ) ৬০৫ মিলিমিটার। ]

11 500 cubic metres of a gas are collected over water at 26 C and 755 mm pressure in a gasholder. What will be the volume of dry gas at 10 C and 760 mm pressure? Aqueous tension at 26 C = 25 mm  
[ Ans 4545000 cc ]

১১। একটি গ্যাস বাখিবর পাত্রে ৫০ ঘন মিটার গ্যাস জলের উপর ৬ সেন্টিগ্রেড উষ্ণতায় এবং ৭৫৫ মিলিমিটার চাপে সংগ্রহ করা হইল। শুষ্ক অবস্থায় ১০ সেন্টিগ্রেড উষ্ণতায় এবং ৭৬০ মিলিমিটার চাপে উক্ত গ্যাসের আয়তন কত হইবে? ২৬ সেন্টিগ্রেড উষ্ণতায় সংপৃক্ত জলীয় বাষ্পের চাপ = ২৫ মিলিমিটার।

[ উত্তর ৪৫৪৫০০ ঘন সেন্টিমিটার ]

12 40 cc of hydrogen is collected in a graduated gas measuring tube at 21 C and 760 mm pressure. The height of water in the tube is 15 cm. What will be the volume of dry hydrogen at N T P? Aqueous tension at 21 C = 15.5 mm and the sp gr of mercury = 13.6  
[ Ans 35.71 cc ]

১২। একটি অংশীকৃত নলে ৭৬ মিলিমিটার চাপে এবং ২১ সেন্টিগ্রেড উষ্ণতায় ৪০ ঘন সেন্টিমিটার হাইড্রোজেন গ্যাস সংগ্রহ করা হইল। নলের ভিতর জলের তলের উচ্চতা ১৫ সেন্টিমিটার। প্রমাণ উষ্ণতায় ও চাপে শুষ্ক হাইড্রোজেন গ্যাসের আয়তন কত হইবে? ২১° সেন্টিগ্রেড উষ্ণতায় সংপৃক্ত জলীয় বাষ্পের চাপ = ১৫.৫ মিলিমিটার এবং পানির আপেক্ষিক গুরুত্ব = ১৩।

[ উত্তর ৩৫.৭১ ঘন সেন্টিমিটার ]

### ত্রয়োবিংশ অধ্যায়

#### গে লুসাকের গ্যাসায়তন সূত্র ও আভোগাড্রো প্রকর

গে লুসাকের গ্যাসায়তন সূত্র পূর্বে উল্লিখিত হইয়াছে (পৃ ২৪)। গে লুসাক পরীক্ষাগুলকভাবে দেখান যে যখন ২ টি গ্যাসের ভিতর রাসায়নিক বিক্রিয়া ঘটে এবং উক্ত বিক্রিয়ার ফলে যখন গ্যাসীয় পদার্থ উৎপন্ন হয় তখন উৎপন্ন গ্যাসীয় পদার্থের আয়তন ক্রিয়াশীল গ্যাসসমূহের আয়তনের যোগফলের সমান না হইতে পারে। তবে ক্রিয়াশীল গ্যাসসমূহের আয়তনের অমুপাত ও উৎপন্ন গ্যাসীয় পদার্থের আয়তনের অমুপাত সরল পূর্ণ সংখ্যা হয়।

একণে ডালটনের পরমাণুবাদ (পৃ ২৫) বলে যে মৌলিক পদার্থের পরমাণুরা রাসায়নিক বিক্রিয়ার সময় পরস্পরে মিলিত হয় সবল অমুপাতে, ১ : ১ : ১ : ২, ২ : ৪।

আবার গে লুসাকের সূত্রটিও বলে যে, গ্যাসীয় মৌলিক পদার্থগুলি রাসায়নিক-ভাবে পরস্পর মিলিত হয় সরল আয়তনিক অনুপাতে, যথা 1 1 1 '2 2 8।

আবাব বয়েল চার্লস এবং গে লুসাক দেখান যে তাপ ও চাপ পরিবর্তনের ফলে সমস্ত গ্যাসেরই একইভাবে আয়তনিক পরিবর্তন ঘটে। এই সমস্ত বিষয় আলোচনা করিয়া বার্জেলিয়াস (Berzelius) একটি সিদ্ধান্তে উপনীত হন। তাঁহার সিদ্ধান্ত হইল ‘একই উষ্ণতায় ও চাপে সকল গ্যাসের নির্দিষ্ট আয়তনে সম-সংখ্যক পরমাণু বর্তমান থাকে।’

বার্জেলিয়াসের সময়ে পরমাণুই ছিল সকল প্রকার পদার্থের কি যৌগিক কি মৌলিক—একমাত্র পবিচিত্তি অবিভাজ্য কণা। অণু (molecule) তখন কল্পনার বহিভূত ছিল। সেইজন্ত হাইড্রোজেন বা অক্সিজেন বা ক্লোরিন ইত্যাদি মৌলিক পদার্থের অবিভাজ্য কণাকে যেমন পরমাণু বলা হইত তেমনই জলীয় বাষ্প হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড গ্যাস বা অ্যামোনিয়ার মত যৌগিক পদার্থের অবিভাজ্য কণাকেও পরমাণু বলা হইত। যৌগিক পদার্থের অবিভাজ্য কণাকে ডালটন যৌগিক পরমাণু (compound atom) বলা অভিহিত করেন।

এখন বার্জেলিয়াসের সিদ্ধান্ত অনুসারে একই চাপ ও উষ্ণতার এক আয়তন হাইড্রোজেন গ্যাসের মধ্যে যত সংখ্যক পরমাণু থাকিবে এক আয়তন অক্সিজেন নাইট্রিক অক্সাইড জলীয় বাষ্প অ্যামোনিয়া বা হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড বাষ্পে ঠিক তত সংখ্যক পরমাণু থাকিবে। কিন্তু ডালটন এবং গে লুসাক উভয়েই বার্জেলিয়াসের সিদ্ধান্ত সত্য বলিয়া গ্রহণ করিতে অস্বীকার করেন এবং গে লুসাক এই সিদ্ধান্তের ত্রুটি দেখাইয়া দেন। গে লুসাক পরীক্ষা দ্বারা সম্যকভাবে দেখান যে, এক আয়তন হাইড্রোজেনের সহিত এক আয়তন ক্লোরিন রাসায়নিকভাবে সংযুক্ত হইয়া দুই আয়তন হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড গ্যাস উৎপন্ন করে। এই পরীক্ষায় তিনটি গ্যাসীয় পদার্থই একই উষ্ণতায় ও চাপে মাপা হয়। মনে করা যাউক যে এক আয়তন গ্যাসে পরমাণুর সংখ্যা =  $n$

বার্জেলিয়াসের সিদ্ধান্ত অনুসারে

$n$  পরমাণু হাইড্রোজেন +  $n$  পরমাণু ক্লোরিন =  $2n$  পরমাণু হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড গ্যাস।

উভয় পক্ষকে  $n$  দিয়া ভাগ করিয়া আমরা পাই

১২—(২য়)



1 পরমাণু হাইড্রোজেন + 1 পরমাণু ক্লোরিন = 2 পরমাণু হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড গ্যাস।

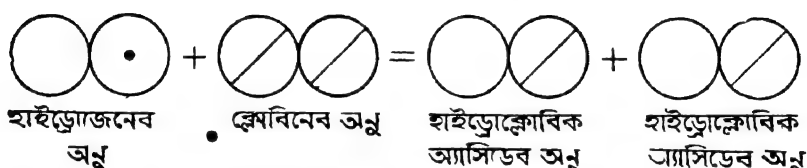
1 পরমাণু হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড গ্যাস গঠিত হইয়াছে  $\frac{1}{2}$  পরমাণু হাইড্রোজেন এবং  $\frac{1}{2}$  পরমাণু ক্লোরিনের সংযোগে।

কিন্তু ডালটনের পরমাণুবাদ অসুসারে পরমাণু অবিভাজ্য। সুতরাং পরমাণুবাদের উপর নির্ভর করিয়া বার্জেলিয়াস গে লুসাকের গ্যাসায়তনিক সূত্র ব্যাখ্যা করিতে চেষ্টা করিলেন সেই পরমাণুবাদের ভিত্তিতেই তিনি আঘাত করিলেন। তাই সেই সময় ডালটনের পরমাণুবাদ সত্য না গে লুসাকের গ্যাসায়তনিক সূত্র সত্য এই বিষয়ে আলোচনের সৃষ্টি হইল।

**অ্যাভোগাড্রো প্রকল্প (Avogadro's Hypothesis)** 1811 খ্রীষ্টাব্দে ইটালির পদার্থ বিজ্ঞানী অ্যাভোগাড্রো তাঁহার অণুবাদ (Molecular Theory) প্রবর্তন করিয়া ডালটনের পরমাণুবাদ ও গে লুসাকের গ্যাসায়তনিক সূত্রের (Law of Gaseous Volumes) সম্বন্ধে যে বিরোধের সৃষ্টি হইয়াছিল তাহার অবশান ঘটাইতে সমর্থ হন। তিনি দুই প্রকার চরম কণার বিষয়ে বলেন (i) যে সমান ভরম বিশিষ্ট চরম কণা স্বাধীনভাবে থাকিতে পারে তাহাকে তিনি অণু বলিয়া অভিহিত করেন। অণু বিভাজ্য বা অবিভাজ্য হইতে পারে। প্রত্যেক পদার্থ যৌগিক বা মৌলিক অণুর সমষ্টি। (ii) আর যে চরম কণা রাসায়নিক ক্রিয়ায় অংশ গ্রহণ করে এবং এক যোগ হইতে অন্য যোগে স্থানান্তরিত করা যায় তাহাকে তিনি পরমাণু বলেন। পরমাণু সর্ব অবস্থাতেই মৌলিক পদার্থের হয় এবং পরমাণু অবিভাজ্য। ইহারা স্বাধীনভাবে নাও থাকিতে পারে। সাধারণত দুই বা ততোধিক পরমাণুর সমবায়ে অণু গঠিত হয়। গ্যাসীয় পদার্থের ভিতর তাহার অণুই বর্তমান থাকে এবং দুইটি গ্যাসীয় পদার্থের ভিতর রাসায়নিক বিক্রিয়াব সময় অণু বিভক্ত হইয়া পরমাণুর সৃষ্টি করে এবং পরমাণুগুলি পরস্পর মিলিত হইয়া নূতন যৌগ পদার্থের অণু গঠন করে। তাই গ্যাসের আয়তনের সঙ্গে অণুর সংখ্যা বিস্তারিত, পরমাণুর নহে। ডালটন তাঁহার পরমাণুবাদ প্রবর্তন করার পর বিজ্ঞানীগণের মনে ধারণা হইয়াছিল যে হাইড্রোজেন বা ক্লোরিন গ্যাসে তাহাদের পরমাণুগুলি এককভাবে ইতস্তত ছুরিয়া বেড়ায়। যখন হাইড্রোজেন ও ক্লোরিন গ্যাস রাসায়নিকভাবে যুক্ত হয় তখন একটি হাইড্রোজেন পরমাণু ও একটি ক্লোরিন পরমাণু যুক্ত হইয়া একটি হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড গ্যাসের পরমাণু উৎপন্ন করে।

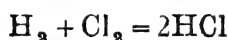
অ্যাভোগাড্রো প্রথম যৌগের গঠন সম্পর্কে বিজ্ঞানীদের এই ধারণা ভুল বলে। তিনি বলেন যে হাইড্রোজেন বা ক্লোরিনের ভিতর তাহাদের পরমাণুগুলি একক অবস্থায় থাকে না তাহাবা পরস্পর যুক্ত হইয়া অণু উৎপাদন করে। (পরে দেখান হইয়াছে যে হাইড্রোজেন বা ক্লোরিন বা যে কান মৌলিক গ্যাসের অণুতে সাধারণত দুইটি ক্রিয়া পরমাণু থাকে)। যখন হাইড্রোজেন ও ক্লোরিনের ভিতর রাসায়নিক ক্রিয়া সংঘটিত হয় তখন তাহাদের অণু হইতে পরমাণু উৎপন্ন হইয়া পরস্পর যুক্ত হয় এবং হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড গ্যাসের নূতন অণু সৃষ্টি করে।

নিম্নের চিত্র দেখিলে উপরের উল্লিখিত বিষয় সহজে বোধগম্য হইবে।



চিত্র নং ৩১

সা কৈতিক সমীকরণ হইতেছে



সুতরাং অ্যাভোগাড্রো অণুর অস্তিত্ব কল্পনা করিয়া বার্কেলিয়াসেব সিদ্ধান্তে শোধন করিয়া নিম্নলিখিত প্রকল্প প্রবর্তিত করেন

“একই উষ্ণতায় ও চাপে সকল গ্যাসীয় পদার্থের (মৌলিক বা যৌগিক) সমান আয়তনে একই সংখ্যক অণু বর্তমান থাকে।”

মনে কবা যাউক যে প্রমাণ উষ্ণতায় ও চাপে 1000 ঘন সেন্টিমিটার বা 1 লিটার আয়তন হাইড্রোজেনে ৫ অণু আছে। তাহা হইলে পৃথিবীতে যত গ্যাস বা বাষ্প আছে—তাহা মৌলিকই হউক বা যৌগিকই হউক—প্রমাণ উষ্ণতায় ও চাপে তাহাদের 1000 ঘন সেন্টিমিটার আয়তনে ৫ অণু থাকিবে।

এই প্রকল্প ডালটনের পরমাণুবাদের এবং গে লুসাকের গ্যাসায়তন সূত্রের ভিতর সম্মত সাধন করিয়াছে। পরীক্ষায় দেখা যায় যে একই উষ্ণতায় ও চাপে এক আয়তন হাইড্রোজেন এবং এক আয়তন ক্লোরিনের রাসায়নিক সংযোগে দুই আয়তন হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড গ্যাস উৎপন্ন হয়। ধরা যাউক পরীক্ষার সময়ের উষ্ণতায় ও চাপে এক আয়তন হাইড্রোজেনে ৫ সংখ্যক অণু আছে।

তাহা হইলে সেই অবস্থায় এক আয়তন ক্লোরিনে  $n$  সখ্যক অণু আছে এবং দুই আয়তন হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড গ্যাসে  $2n$  সখ্যক অণু থাকে।

$n$  সখ্যক হাইড্রোজেন অণু +  $n$  সখ্যক ক্লোরিন অণু =  $2n$  সখ্যক হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড গ্যাসের অণু।

:  $n$  দিবা ভাগ কবিতা পাওয়া যায়

হাইড্রোজেনের একটি অণু + ক্লোরিনের একটি অণু = হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড গ্যাসের দুইটি অণু।

হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড গ্যাসের একটি অণুতে হাইড্রোজেনের  $\frac{1}{2}$  অণু এবং ক্লোরিনের  $\frac{1}{2}$  অণু থাকে। ইহা পরমাণুবাদের বিরুদ্ধ মত নয় কারণ পরমাণুই অবিভাজ্য কিন্তু অণু বিভাজ্য। পবে অ্যাভোগাড্রো প্রকল্প প্রমাণ কবিতা এবং অস্ত্রান্ত পৰীক্ষা দ্বারা দেখান হইয়াছে যে হাইড্রোজেন অণু এবং ক্লোরিনের অণু তাহাদের দুইটি করিয়া পরমাণু দ্বারা গঠিত। অতএব ‘তাহাদের  $\frac{1}{2}$  অণু = 1 পরমাণু।

অতএব হাইড্রোজেনের 1 পরমাণু + ক্লোরিনের 1 পরমাণু = হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড গ্যাসের 1 অণু।

চিত্র দ্বারা এই বিষয়টি সহজেই বোধগম্য করা যায়। ধরা যাউক



হাইড্রোজেনের পরমাণু বুঝায়



তাহা হইলে হাইড্রোজেনের অণুক বুঝাইবে।



সেইরূপ ক্লোরিনের পরমাণু



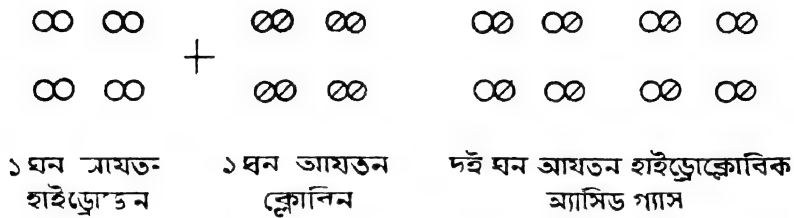
এব ক্লোরিনের অণু।



হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিডের অণু হইল।

মনে করা যাউক 1 ঘন আয়তন হাইড্রোজেনের 1টি হাইড্রোজেন অণু আছে

তাহা হইলে ১ ঘন আয়তন ক্লোরিণে ৪টি ক্লোরিণের অণু আছে এবং ২ ঘন আয়তন হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড গ্যাসে ৪টি হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড গ্যাসের অণু থাকিবে। যথা



যদিও অ্যাভোগাড্রো ১৮১১ খ্রীষ্টাব্দে এই প্রকল্প প্রকাশিত করেন তাহা তবিলেও প্রায় চল্লিশ বর্ষ পর্যন্ত ইহা অজ্ঞাতই থাকিয়া যায়। অ্যাভোগাড্রোর মৃত্যুর পর তাহার বংশধর ও ছাত্র ক্যাম্ব্রিজের এই প্রকল্পের সাহায্যে গে লুসাকের গ্যাসায়তনিক সূত্রের সত্যতা সপ্রমাণ করেন এবং ইহাব সাহায্যে পারমাণবিক ওজন নির্ণয় করা সম্ভব তাহাও দেখান। তাহাব ফলেই অ্যাভোগাড্রো প্রকল্প প্রতিষ্ঠালাভ করে। অ্যাভোগাড্রোর এই মতবাদটি প্রথমে নিছক কল্পনামাত্র ছিল। তাই এই মতবাদকে প্রথমে প্রকল্প ( Hypothesis ) বলা হইত। কিন্তু প্রত্যক্ষভাবে না হইলেও পৰোক্ষভাবে প্রতিটি ক্ষেত্রে অ্যাভোগাড্রো প্রকল্পের অস্বাভাব্যতা প্রমাণিত হইয়াছে। তাই এখন অ্যাভোগাড্রো প্রকল্পকে অ্যাভোগাড্রোর সূত্র ( Avogadro's Law ) বলা হয়।

অ্যাভোগাড্রো প্রকল্পের অণুবাদের ভিত্তিতে ডালটনের পরমাণুবাদের সংশোধন

ডালটনের ধারণা ছিল পদার্থমাত্রেরই একমাত্র অবিভাজ্য কণা। সেইজন্য হাইড্রোজেন পদার্থ জলের পদার্থ এইরূপ প্রয়োগ দেখা যাইত। কিন্তু অ্যাভোগাড্রোর প্রকল্পের ফলে জানা যায় যে পরমাণু মৌলিক পদার্থের সর্বনিম্ন কণা বটে কিন্তু মৌলিক বা যৌগিক পদার্থের যে সর্বনিম্ন কণাকে মুক্ত অবস্থায় পাওয়া যায় তাহা তাহাদের পরমাণু হিসাবে নয় অণু হিসাবে।

অ্যাভোগাড্রোর অণুবাদ রসায়ন বিজ্ঞানে যুগান্তর আনয়ন করিয়াছে। ইহার সাহায্যে রাসায়নিক প্রক্রিয়া সহজে অনুধাবন করা যায়। অণুবাদ গৃহীত হইবার

পর ডালনের পরমাণুবাদ স শোধিত হইয়া নূতনভাবে নিম্নলিখিতরূপে লিখিত হইয়াছে

(1) মৌলিক ও যৌগিক পদার্থ প্রকৃতিতে স্বাধীন সত্তায় অণুদ্বারা গঠিত হয়। অণু অবিভাজ্য পবমাণুদ্বারা গঠিত হয়।

(2) একই পদার্থের—কি মৌলিক কি যৌগিক—প্রত্যেক অণুর ভব ও ধর্ম এক হয়। কিন্তু বিভিন্ন পদার্থের অণুর ভব বিভিন্ন এবং ধর্মও বিভিন্ন।

(3) মৌলের অণুগুলি একই প্রকার পরমাণু দ্বারা গঠিত। যৌগের অণুগুলি বিভিন্ন প্রকার মৌলিক পদার্থের পরমাণু দ্বারা গঠিত।

(4) বাসায়নিক স যোগেব সময় প্রত্যেক পদার্থের অণু পরমাণুতে বিভিষ্ট হয়। এই বিভিষ্ট পরমাণুগুলি পরস্পরের নির্দিষ্ট অস্থাপাতে নূতনভাবে স যুক্ত হইয়া নূতন অণু গঠন করে।

### অ্যাভোগাড্রো প্রকল্পের উপকারিতা

অ্যাভোগাড্রো প্রকল্প বসায়ন শাস্ত্রে একটি বিশিষ্ট পরিবর্তা আনয়ন করে। ইহা নানাভাবে রসায়ন চর্চায় এবং বসায়ন শাস্ত্রের প্রসারতায় সাহায্য করে। অ্যাভোগাড্রো প্রকল্পটি প্রয়োগ করিয়া নিম্নলিখিত বিশেষ প্রয়োজনীয় অমুসিদ্ধান্ত গুলি (Deductions) পাওয়া গিয়াছে —

(1) মৌলিক গ্যাসের অণু দ্বি পরমাণুক (diatomic)।

(2) গ্যাসীয় পদার্থের আণবিক ওজন তাহার বাষ্পীয় ঘনত্বের দ্বিগুণ ( $M = 2D$ )।

(3) প্রমাণ উষ্ণতায় ও চাপে সকল গ্যাসের গ্রাম অণু পরিমাণেব (gram molecular weight) আয়তন একই হয় এবং তাহা 22.4 লিটার।

(4) গ্যাসের আয়তনিক স যুতি (volumetric composition) পরীক্ষা দ্বারা নির্ণয় করিয়া এবং উক্ত গ্যাসের বাষ্পীয় ঘনত্বও পরীক্ষা দ্বারা নির্ণয় করিয়া উক্ত গ্যাসীয় পদার্থের আণবিক সংকেত নির্ণয় করিতে ইহার প্রয়োগ।

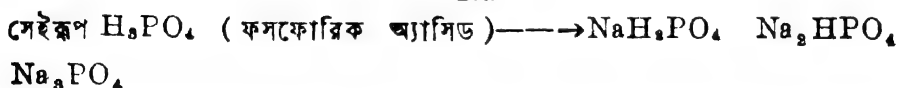
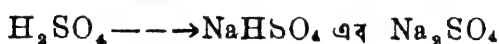
(5) মৌলিক পদার্থের পারমাণবিক ওজ্ঞা নির্ণয়ের পদ্ধতি উদ্ভাবনে ইহার প্রয়োগ।

প্রকল্পের প্রয়োগগুলি একে একে নিম্নে দেখান হইল

(1) মৌলিক গ্যাসের অণু দ্বি-পরমাণুক (ক) হাইড্রোজেন ও ক্লোরিন-গ্যাসের আণবিক সংকেত

পরীক্ষা দ্বারা জানা যায় যে 1 আয়তন হাইড্রোজেন 1 আয়তন ক্লোরিনের সহিত যুক্ত হইয়া 2 আয়তন হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড গ্যাস উৎপাদন করে। ইহা হইতে (পূর্বেই দেখান হইয়াছে) পাওয়া যায় যে  $\frac{1}{2}$  অণু হাইড্রোজেন  $\frac{1}{2}$  অণু ক্লোরিনের সহিত যুক্ত হইয়া একটি হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড গ্যাসের অণু গঠন করে। অণু সকল পরমাণুর সমষ্টি হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড গ্যাসের এক অণুতে অন্তত একটি হাইড্রোজেন পরমাণু এবং একটি ক্লোরিন পরমাণু আছে। যেহেতু আমরা দেখিয়াছি যে  $\frac{1}{2}$  অণু হাইড্রোজেন ও  $\frac{1}{2}$  অণু ক্লোরিন হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিডের একটি অণু গঠনে লাগিয়াছে সেই হেতু আমরা বলিতে পারি যে হাইড্রোজেন বা ক্লোরিনের অণুতে অন্তত তিনটি কণিকা পরমাণু আছে।

এক্ষণে প্রত্যেক অ্যাসিডের অণুতে প্রতিস্থাপনীয় হাইড্রোজেন আছে। অ্যাসিডের অণুতে যে হাইড্রোজেন পরমাণু থাকে তাহা ধাতু বা ধাতুকল্প যৌগমূলক দ্বারা প্রতিস্থাপিত করা যায়। এই প্রতিস্থাপনের ফলে অ্যাসিডের অণুতে যতগুলি হাইড্রোজেন পরমাণু থাকে ততগুলি বিভিন্ন লবণ উৎপন্ন হয়। যেমন সলফিউরিক অ্যাসিডের অণুতে দুইটি হাইড্রোজেন পরমাণু (ইহার আণবিক সংকেত  $H_2SO_4$ ) আছে এবং সোডিয়াম দ্বারা হাইড্রোজেনের পরমাণু দুইটি পর পর প্রতিস্থাপিত হইলে দুইটি বিভিন্ন লবণ উৎপন্ন হয়। যথা



কিন্তু হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিডের সহিত সোডিয়ামের বিক্রিয়ার ফলে একটিমাত্র লবণ পাওয়া যায় অর্থাৎ হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিডে যে হাইড্রোজেন আছে তাহা এক দফায় সোডিয়াম দ্বারা প্রতিস্থাপিত করা যায়। অতএব হাইড্রোক্লোরিক-অ্যাসিডের অণুতে একটিমাত্র হাইড্রোজেন পরমাণু আছে।

$\frac{1}{2}$  অণু হাইড্রোজেন = 1 হাইড্রোজেন পরমাণু।

হাইড্রোজেনের অণুতে মাত্র দুইটি পরমাণু আছে।

এইভাবে দখীণ যার যে ক্লোরিনের অণুতে মাত্র দুইটি ক্লোরিন পরমাণু আছে।

(খ) হাইড্রোজেন নবমত অক্সিজেন অণুও দ্বি-পরমাণুক।

পরীক্ষা দ্বারা দেখা গিয়াছে যে এক আয়তন অক্সিজেন দুই আয়তন হাইড্রোজেনের সহিত যুক্ত হইয়া দুই আয়তন জলীয় বাষ্প উৎপন্ন করে। যদি গ্যাসের 1 আয়তনে  $n$  সংখ্যক অণু বর্তমান থাকে (পরীক্ষার সময়ের উষ্ণতা ও চাপে) তাহা হইলে

$$n \text{ অণু অক্সিজেন} + 2n \text{ অণু হাইড্রোজেন} = 2n \text{ অণু জলীয় বাষ্প।}$$

$$\text{অথবা } 1 \text{ অণু অক্সিজেন} + 2 \text{ অণু হাইড্রোজেন} = 2 \text{ অণু জলীয় বাষ্প।}$$

$$\frac{1}{2} \text{ অণু অক্সিজেন} + 1 \text{ অণু হাইড্রোজেন} = 1 \text{ অণু জলীয় বাষ্প।}$$

অর্থাৎ জলীয় বাষ্পের একটি অণুতে  $\frac{1}{2}$  অণু অক্সিজেন আছে। অতএব অক্সিজেন অণুতে অন্তত দুইটি পরমাণু থাকা প্রয়োজন। এক্ষণে জলীয় বাষ্প হইতে ক্লোরিনের সহিত বিক্রিয়ার ফলে এক দফায় অক্সিজেন প্রতিস্থাপিত করি যাই। কাজেই জলীয় বাষ্পের অণুতে অক্সিজেনের মাত্র এক পরমাণু বর্তমান বলিয়া মনে করা হয়।

$$\frac{1}{2} \text{ অণু অক্সিজেন} = 1 \text{ পরমাণু অক্সিজেন।}$$

অক্সিজেন অণু দ্বি-পরমাণুক।

এইভাবে মৌলিক গ্যাসগুলি প্রায়ই দ্বি-পরমাণুক বলিয়া প্রমাণ করা হইয়াছে। এই উক্তির সত্যতা আরও বিভিন্ন উপায়ে প্রমাণিত হইয়াছে।

কাজেই হাইড্রোজেন অক্সিজেন বাইট্রোজেন ও ক্লোরিনের আণবিক সংকেত যথাক্রমে  $H_2$ ,  $O_2$ ,  $N_2$  ও  $Cl_2$  লখা হয়।

$$(2) \text{ গ্যাসের আণবিক ওজন} = 2 \times \text{তাহাব বাষ্পীয় ঘনত্ব (M = 2D)}$$

কোন গ্যাসীয় পদার্থের বাষ্পীয় ঘনত্ব বলিতে একই উষ্ণতা ও চাপে উহার সম আয়তন হাইড্রোজেন অণুর উষ্ণতা ও চাপে ভরা তাহাই বুঝায়।

অতএব সূত্রটি অস্বাভাবিক

$$\text{কোন গ্যাসের বাষ্পীয় ঘনত্ব} = \frac{X \text{ আয়তন গ্যাসের ওজন}}{X \text{ আয়তন হাইড্রোজেনের ওজন}}$$

(একই উষ্ণতা ও চাপে আয়তন মাপিয়া)

এক্ষণে বাষ্পীয় ঘনত্বকে  $D$  দ্বারা বুঝাইয়া এবং  $X$  আয়তন গ্যাসে  $n$  সংখ্যক অণু আছে মনে করিয়া আমরা লিখিতে পারি।

$$\begin{aligned}
 D &= \frac{\text{গ্যাসের } n \text{ অণুর ওজন}}{\text{হাইড্রোজেনের } n \text{ অণুর ওজন}} - (\text{অ্যাকোজেন প্রকল্প অফসারে}) \\
 &= \frac{n \times \text{গ্যাসের একটি অণুর ওজন}}{n \times \text{হাইড্রোজেনের একটি অণুর ওজন}} \\
 &= \frac{\text{গ্যাসের একটি অণুর ওজন}}{\text{হাইড্রোজেনের একটি অণুর ওজন}} \\
 &= \frac{\text{গ্যাসের একটি অণুর ওজন}}{2 \times \text{হাইড্রোজেনের একটি পরমাণুর ওজন}} \quad (\text{যেহেতু হাইড্রোজেন অণু দ্বি পরমাণুক}) \\
 &= \frac{\text{গ্যাসের আণবিক ওজন}}{2} \\
 &= \frac{M}{2} \quad (\text{গ্যাসের আণবিক ওজন } M \text{ দ্বারা প্রকাশ করিয়া}) \\
 M &= 2D \quad .
 \end{aligned}$$

১. **জট্টব্য** মান রাখিতে হইবে যে কোন পদার্থের আণবিক ওজন বলিতে বুঝায় যে ঐ পদার্থের এক অণু হাইড্রোজেনের এক পরমাণুর তুলনায় কতগুণ ভারী।

(৩) **প্রমাণ উষ্ণতায় ও চাপে এক গ্রাম অণু পরিমাণ** যে কোন গ্যাসের আয়তন একই হয় এবং তাহা ২২.৪ লিটার।

যে কোন পদার্থের আণবিক গুরুত্ব যত হয় তাহাকে গ্রামে (gramme) সঙ্ক্ষেপে gram) প্রকাশ করিলে উহাকে পদার্থটির গ্রাম অণু বলা হয়। যথা জলের আণবিক গুরুত্ব ১৮ তাই এক গ্রাম অণু জল বলিতে আমরা ১৮ গ্রাম জল বুঝি।

পাবমানবিক গুরুত্বের পরিমাপে হাইড্রোজেনের একটি পরমাণুর গুরুত্বকে এক ধরা হয়। ইহার কারণ হাইড্রোজেন লঘুতম পদার্থ। হাইড্রোজেন অণু দ্বি পরমাণুক অর্থাৎ উহার অণুতে দুইটি পরমাণু বিদ্যমান। অতএব হাইড্রোজেনের আণবিক গুরুত্ব = ২। দুই গ্রাম হাইড্রোজেন বলিতে আমরা ১ গ্রাম অণু হাইড্রোজেন বুঝি।

(ক) মনে কবা যাউক একটি হাইড্রোজেন পরমাণুর প্রকৃত ওজন = W গ্রাম। অতএব হাইড্রোজেনের একটি অণুর ওজন = ২W গ্রাম = হাইড্রোজেনের গ্রাম অণু।

$$\text{এক গ্রাম অণু হাইড্রোজেনের অণুর সংখ্যা} = \frac{2}{2W} = \frac{1}{W}$$

(খ) আবার পরীক্ষায় দেখা গিয়াছে যে জলীয় বাষ্পের বাষ্পীয় ঘনত্ব হইল ৯। অতএব জলীয় বাষ্পের আণবিক গুরুত্ব = ২ × ৯ = ১৮, অর্থাৎ জলীয় বাষ্পের একটি অণু হাইড্রোজেনের পরমাণু অপেক্ষা ১৮ গুণ ভারী।



জলীয় বাষ্পের একটি অণুর প্রকৃত ওজন = 18W গ্রাম = এক গ্রাম অণু  
জলীয় বাষ্প ।

$$\text{এক গ্রাম অণু জলীয় বাষ্পে অণুর সখ্যা} = \frac{18}{18W} = \frac{1}{W}$$

(গ) পরীক্ষায় পাওয়া যায় যে কার্বন ডাই অক্সাইডের বাষ্পীয় ঘনত্ব = 22 ।  
অতএব কার্বন ডাই অক্সাইডের আণবিক গুরুত্ব =  $2 \times 22 = 44$  ।

কার্বন ডাই অক্সাইডের একটি অণুর প্রকৃত ওজন = 44W গ্রাম  
= এক গ্রাম অণু কার্বন ডাই অক্সাইড ।

$$\text{এক গ্রাম অণু কার্বন ডাই অক্সাইডে অণুর প্রকৃত সখ্যা} \\ = \frac{44}{44W} = \frac{1}{W} \text{ ।}$$

অতএব (ক), (খ) এবং (গ) হইতে দেখা যাইতেছে যে যে কোন গ্যাসের এক গ্রাম অণুতে অণুর সখ্যা সমান হয় । এক গ্রাম অণুতে অণুর সখ্যাকে অ্যাভোগাড্রো সখ্যা (Avogadro Number) বলা হয় । নানা উপায়ে পরীক্ষালব্ধ জ্ঞান হইতে গণনা করিয়া দেখা গিয়াছে যে যে কোন গ্যাসের গ্রাম অণুতে তাহার অণুর সখ্যা  $6.06 \times 10^{23}$  ।

আবার অ্যাভোগাড্রো প্রকরণ অনুসারে যে কোন গ্যাসীয় পদার্থের এক গ্রাম অণুর আয়তন একই উষ্ণতায় ও চাপে একই হইবে কারণ ইহাতে অণুর সখ্যা একই হয় । সুতরাং নির্দিষ্ট উষ্ণতায় ও চাপে এক গ্রাম অণু যে কোন গ্যাসের আয়তন একই হইবে । এই আয়তন নিম্নলিখিতভাবে প্রমাণ উষ্ণতা ও চাপে গাণিতিক উপায়ে স্থির করা হইয়াছে

(ক) হাইড্রোজেনের এক গ্রাম অণু = 2 গ্রাম ।

প্রমাণ উষ্ণতায় ও চাপে 1 লিটার হাইড্রোজেন ওজন করিয়া দেখান হইয়াছে যে তাহার ওজন 0.08986 গ্রাম = 0.09 গ্রাম আসন্ন দ্বিতীয় দশমিক পর্যন্ত ।

$$\text{প্রমাণ উষ্ণতায় ও চাপে এক গ্রাম অণু হাইড্রোজেনের আয়তন} \\ = \frac{2}{0.09} \text{ লিটার} = 22.2 \text{ লিটার}$$

(খ) জলীয় বাষ্পের বাষ্পীয় ঘনত্ব = 9

জলীয় বাষ্পের এক গ্রাম অণু = 18 গ্রাম

প্রমাণ উষ্ণতায় ও চাপে (যদি জলীয় বাষ্প বাষ্প অবস্থায় থাকে)

1 লিটার জলীয় বাষ্পের ওজন হইবে  $9 \times 0.09$  গ্রাম ( সঙ্জ্ঞানুসারে )

প্রমাণ উষ্ণতায় ও চাপে এক গ্রাম অণুর আয়তন  $= \frac{18}{9 \times 0.09}$  লিটার

$$= \frac{2}{0.09} \text{ লিটার} = 22.2 \text{ লিটার}।$$

(গ) কার্বন ডাই অক্সাইডের বাষ্পীয় ঘনত্ব  $= 22$

কার্বন ডাই অক্সাইডের এক গ্রাম অণ  $= 22 \times 2$  গ্রাম  $= 44$  গ্রাম।

প্রমাণ উষ্ণতায় ও চাপে 1 লিটার কার্বন ডাই অক্সাইডের ওজন হইবে  $22 \times 0.09$  গ্রাম

প্রমাণ উষ্ণতায় ও চাপে এক গ্রাম অণু কার্বন ডাই অক্সাইডের আয়তন  $= \frac{44}{22 \times 0.09}$  লিটার  $= 22.2$  লিটার ,

অতএব প্রমাণ উষ্ণতায় ও চাপে যে কোন গ্যাসীয় পদার্থের এক গ্রাম অণুর আয়তন হইবে 22.2 লিটার।

হাইড্রোজেনের পারমাণবিক গুরুত্ব 1 না ধরিয়া যদি অক্সিজেনের পারমাণবিক গুরুত্ব 16 ধরিয়া হিসাব করা যায় তবে যে কোন গ্যাসের গ্রাম অণুর আয়তন প্রমাণ উষ্ণতায় ও চাপে 22.2 লিটারের পরিবর্তে 22.4 লিটার হইবে। তাহা ব কার্বন অক্সিজেনের পারমাণবিক ওজন 16 ধরিলে হাইড্রোজেনের পারমাণবিক ওজন হইবে 1.008 এবং হাইড্রোজেনের আণবিক ওজন হইবে 2.016 এবং এক গ্রাম অণু হাইড্রোজেনের ( 2.016 গ্রাম ) প্রমাণ উষ্ণতায় ও চাপে আয়তন হইবে  $\frac{2.016}{0.09}$  লিটার  $= 22.4$  লিটার।

0 স্টিগ্রেড উষ্ণতায় ও 76 স্টিমিটার পারদের চাপে 22.4 লিটার পরিমাণ আয়তনের যে কোন গ্যাসের ওজন গ্রামে প্রকাশ করিলে তাহা উক্ত গ্যাসের এক গ্রাম অণুর সমান এবং সেই স ব্যাটি পদার্থটির আণবিক গুরুত্ব প্রকাশ করে। যথা, প্রমাণ উষ্ণতায় ও চাপে 22.4 লিটার অক্সিজেনের ওজন হইল 32 গ্রাম। এখন এক গ্রাম অণু অক্সিজেন  $= 32$  গ্রাম এবং অক্সিজেনের আণবিক গুরুত্ব  $= 32$ ।

প্রমাণ উষ্ণতায় ও চাপে 22.4 লিটারকে যে কোন গ্যাসের গ্রাম আণবিক আয়তন ( Gram-molecular volume ) বলে কারণ যে কোন গ্যাসের আণবিক গুরুত্ব গ্রামে প্রকাশ করিলে সেই পরিমাণ গ্যাসটি প্রমাণ উষ্ণতায় ও চাপে 22.4 লিটার আয়তনের হইবে।

(৪) আষটনিক সংযুতি হইতে যৌগিক গ্যাসের আণবিক সংকেত ( Molecular formula of a compound gas from its volumetric composition )

(ক) নাইট্রাস অক্সাইডের আণবিক সংকেত পরীক্ষা দ্বারা জানা যায় যে এক আয়তন নাইট্রাস অক্সাইড হইতে এক আয়তন নাইট্রোজেন পাওয়া যায়। অতএব 1 আয়তন নাইট্রাস অক্সাইডে 1 আয়তন নাইট্রোজেন থাকে। মনে করা যাউক যে এক আয়তন নাইট্রাস অক্সাইডে  $n$  সখ্যক অণু আছে। অতএব

$n$  সখ্যক নাইট্রাস অক্সাইডের অণুতে  $n$  সখ্যক নাইট্রোজেন অণু আছে  
( অ্যাভোগাড্রো প্রকল্প অনুসারে )

1 অণু নাইট্রাস অক্সাইডে এক অণু নাইট্রোজেন থাকে। কিন্তু নাইট্রোজেন অণু দ্বি পরমাণুক ( অ্যাভোগাড্রো প্রকল্প অনুসারে )

1 অণু নাইট্রাস অক্সাইডে 2 পরমাণু নাইট্রোজেন আছে।

সুতরাং ইহার সংকেত হইল  $N_2O_x$  এখানে  $x$  = অক্সিজেনের পরমাণু সংখ্যা।  
এবং সেইহেতু একটি পূর্ণ সংখ্যা।

নাইট্রাস অক্সাইডের আণবিক ওজন হইবে  $2 \times 14 + 16 \times x$  এক্ষণে পরীক্ষা দ্বারা পাওয়া যায় যে নাইট্রাস অক্সাইডের বাষ্পীয় ঘনত্ব = 22। অতএব ইহার আণবিক ওজন =  $2 \times 22 = 44$  ( অ্যাভোগাড্রো প্রকল্প অনুসারে )

$$28 + 16x = 44$$

$$16x = 16$$

$$x = 1$$

নাইট্রাস অক্সাইডের আণবিক সংকেত হইল  $N_2O$

(খ) হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড গ্যাসের আণবিক সংকেত পরীক্ষা দ্বারা জানা যায় যে 1 আয়তন হাইড্রোক্লোরিক 1 আয়তন ক্লোরিনের সহিত যুক্ত হইয়া 2 আয়তন হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড গ্যাস উৎপাদন করে। মনে করা যাউক যে এক আয়তন হাইড্রোজেন গ্যাসে  $n$  সখ্যক অণু থাকে। অতএব অ্যাভোগাড্রো প্রকল্প অনুসারে

$n$  সখ্যক হাইড্রোজেন অণু +  $n$  সখ্যক ক্লোরিন অণু =  $2n$  সখ্যক হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড অণু।

১ অণু হাইড্রোজেন + ১ অণু ক্লোরিন = ২ অণু হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড গ্যাস।

এক্ষণে অ্যাভোগাড্রো প্রকল্পের প্রথম অসুসিদ্ধান্ত অমুসারে হাইড্রোজেন অণু এবং ক্লোরিন অণু দ্বি পবমাণুক

১ পরমাণু হাইড্রোজেন + ১ পরমাণু ক্লোরিন = ১ অণু হাইড্রোক্লোরিক

অ্যাসিড গ্যাস

হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিডের আণবিক স কেত হইল  $(HCl)_x$  যেখান  $x$  একটি পূর্ণস খ্যা।

ইহার আণবিক ওজন হইল  $(1 + 35.5)_x$

পরীক্ষামূলক ভাবে জানা আছে যে হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড গ্যাসের বাষ্পীয় ঘনত্ব = ১৮.২৫। অতএব হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড গ্যাসের আণবিক ওজন

$$\bullet = 2 \times 18.25 = 36.5$$

$$(36.5)_x = 36.5$$

$$x = 1$$

অতএব হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিডের আণবিক স কেত হইল  $HCl$

(৫) মৌলিক পদার্থের পারমাণবিক ওজন নির্ণয়।

পারমাণবিক ওজনের স জ্ঞা নিম্নলিখিতভাবে প্রকাশ করা হয়। একটি হাইড্রোজেন পরমাণুর ওজনের তুলনায় অস্ত্র একটি মৌলিক পদার্থের পরমাণু যতন্তুণ ভারী হয় সেই স খ্যাকে মৌলিক পদার্থটির পারমাণবিক ওজন বলা হয়। একটি হাইড্রোজেন পরমাণুর ওজন এক ধরা হয় কারণ হাইড্রোজেন হইল লঘুতম মৌল এবং সেই কারণে যে স য়া দিয়া এই ওজনকে ণুণ করিলে অস্ত্র মৌলিক পদার্থের পরমাণুর ওজন পাওয়া যায় তাহাই উক্ত অস্ত্র মৌলিক পদার্থের পারমাণবিক ওজন।

অতএব মৌলিক পদার্থের পারমাণবিক ওজন

$$= \frac{\text{মৌলিক পদার্থের এক পরমাণুর প্রকৃত ওজন}}{\text{হাইড্রোজেনের এক পরমাণুর প্রকৃত ওজন}}$$

সেই কারণে যাহাকে আমরা মৌলিক পদার্থের পারমাণবিক ওজন বলি তাহা আপেক্ষিক স খ্যা মাত্র। ইহার কোন একক নাই।

মৌলিক পদার্থের এই পারমাণবিক ওজনকে অস্ত্রভাবেও প্রকাশ করা যায়। একটি মৌলিক পদার্থ অস্ত্রাস্ত্র মৌলিক পদার্থের সহিত রাসায়নিক স যোগে অনেক

প্রকার যৌগিক পদার্থ উৎপন্ন করিয়া থাকে। এইরূপে উৎপন্ন যৌগিক পদার্থগুলির অণুতে উক্ত একটি মৌলিক পদার্থের এক, দুই তিন বা তারও বেশী পরমাণু থাকিতে পারে। কিন্তু যেহেতু পরমাণু অবিভাজ্য তাই উক্ত মৌলিক পদার্থ হইতে উৎপন্ন যৌগগুলিতে অন্তত পক্ষে উক্ত মৌলের একটি পরমাণু অবশ্যই থাকিবে। কার্বনের অনেক যৌগ জানা আছে যথা কার্বন ডাই অক্সাইড ( $\text{CO}_2$ ) কার্বন মনোক্সাইড ( $\text{CO}$ ), মিথেন ( $\text{CH}_4$ ) ইথিলিন ( $\text{C}_2\text{H}_4$ ) অ্যাসিটিলিন ( $\text{C}_2\text{H}_2$ ) প্রভৃতি। কিন্তু কার্বনের এমন কোন যৌগ জানা নাই যাহাতে কার্বনের একটি পরমাণু অপেক্ষা কম কার্বন আছে। সুতরাং কোন মৌলের পারমাণবিক ওজন বলিতে আমরা বুঝি যে উক্ত মৌলের যতগুলি যৌগ জানা আছে তাহাদের আণবিক ওজনের মধ্যে মৌলের যে সর্বাপেক্ষা কম ওজন দেখিতে পাওয়া যায় তাহাই উক্ত মৌলের একটি পরমাণুর ওজন অর্থাৎ পারমাণবিক ওজন।

পারমাণবিক ওজনের এই সজ্ঞা অবলম্বন করিয়া অ্যামোনিয়া প্রকল্পে প্রয়োগে পারমাণবিক ওজন নির্ণয়ের পদ্ধতি প্রথমে উদ্ভাবনা করেন অ্যামোনিয়াম, স্বদেশীয় ও ছাত্র ক্যাশচারো।

এই পদ্ধতি নিম্নলিখিতভাবে প্রয়োগ করা হয়।

(ক) প্রথমত যে মৌলিক পদার্থের পারমাণবিক ওজন নির্ণয় কবিত হইবে তাহার অনেকগুলি গ্যাসীয় বা উদ্বায়ী যৌগ প্রস্তুত করিয়া স গ্রহ করা হয়।

(খ) দ্বিতীয়ত উক্ত গ্যাসীয় বা উদ্বায়ী যৌগিক পদার্থগুলির বাষ্পীয় ঘনত্ব পরীক্ষা দ্বারা মাপিয়া তাহাদের আণবিক ওজন নির্ণয় করা হয়। ( $2 \times$  বাষ্পীয় ঘনত্ব = আণবিক ওজন)।

(গ) তৃতীয়ত উক্ত যৌগিক পদার্থগুলির বিশ্লেষণ দ্বারা তাহাদের আণবিক ওজনের ভিত্তর মৌলিক পদার্থের কত ওজন বিদ্যমান আছে তাহা স্থির করা হয়।

(ঘ) চতুর্থত এই বিশ্লেষণের ফলে বিভিন্ন যৌগিক পদার্থের ভিত্তর মৌলিক পদার্থটির যে ন্যূনতম ওজন দেখিতে পাওয়া যায়—তাহাই সেই মৌলিক পদার্থটির পারমাণবিক ওজন।

উপরের নিয়মামুসারে নিয়ে কয়েকটি মৌলিক পদার্থের পারমাণবিক ওজন নির্ণয় করিয়া দেখান হইল।

(১) অক্সিজেনের পারমাণবিক ওজন নির্ণয়ঃ অক্সিজেন অনেক যৌগিক পদার্থ গঠন করে এবং তাহার অনেকগুলিই গ্যাস বা উচ্চ উষ্ণতায় গ্যাসীয়

অবস্থায় পরিবর্তিত করা যায়। কাজেই তাহাদের বাষ্পীয় ঘনত্ব সহজেই পরীক্ষা-মূলকভাবে নির্ণয় করা যায়। তাহাদের বিশ্লেষণের ফলে পাওয়া যায়

অক্সিজেনের যৌগ	যৌগে অক্সি- যৌগের			
	বাষ্পীয় ঘনত্ব	আণবিক ওজন	জেনের শতকরা ভাগ	অণুতে অক্সি ওজন
জল	9	18	88.8	16
নাইট্রিক অক্সাইড	15	30	53.3	16
কার্বন ডাই অক্সাইড	22	44	72.73	32
সলফার ডাই অক্সাইড	32	64	50	32
সলফার ট্রাই অক্সাইড	40	80	60	48

১. অতএব অক্সিজেনের উদ্ধৃত যৌগগুলির অণু ভিতর অক্সিজেনের ন্যূনতম ওজন হইল 16 সুতরা 16 হইল অক্সিজেনের পারমাণবিক ওজন। যদি কখনও অক্সিজেনের এমন কোন যৌগিক পদার্থ আবিষ্কৃত হয় যাহার এক অণুতে অক্সিজেনের পরিমাণ 16 অপেক্ষা কম হয়, তখন অক্সিজেনের পারমাণবিক ওজন সেই ন্যূনতম সংখ্যা হইবে। যতদিন সেইরূপ অক্সিজেনের কোন যৌগ আবিষ্কৃত না হয় ততদিন 16কেই অক্সিজেনের পারমাণবিক ওজন ধরা হইবে।

(11) কার্বনের পারমাণবিক ওজন কার্বনের গ্যাসীয় যৌগ বা সহজে গ্যাসে পরিণত করা যায় এমন যৌগ লইয়া তাহাদের বাষ্পীয় ঘনত্ব নির্ণয় করা হয় এবং বিশ্লেষণ করিয়া তাহাদের এক অণুতে কার্বনের পরিমাণ নির্ধারণ করিলে দেখা যায়

কার্বনের যৌগ	বাষ্পীয় আণবিক যৌগে কার্বনের যৌগের অণুতে			
	ঘনত্ব	ওজন	শতকরা ভাগ	কার্বন
কার্বন মনোক্সাইড	14	28	42.6	12
কার্বন ডাই অক্সাইড	22	44	27.27	12
মিথেন	8	16	75.00	12
ইথিলিন	14	28	85.71	24
অ্যাসিটিলিন	18	26	92.3	24

কার্বনের বিভিন্ন যৌগেব অণুর দ্বিতর কার্বনের নিম্নতম ওজন 12 সুতরাং কার্বনের পারমাণবিক ওজন 12।

(iii) নাইট্রোজেনের পারমাণবিক ওজন —

নাইট্রোজেনের ওজন	বাস্পায় ঘনত্ব	আণবিক ওজন	যৌগে নাইট্রো জেনের শতকরা ভাগ	যৌগের অণুতে নাইট্রো জেনের ওজন
অ্যামোনিয়া	8.5	17	82.35	14
নাইট্রাস অক্সাইড	22	44	63.63	28
নাইট্রিক অক্সাইড	15	30	46.67	14
নাইট্রোজেন ট্রাই অক্সাইড	38	76	36.85	28
নাইট্রোজেন পাব অক্সাইড	23	46	60.87	14

নাইট্রোজেনের যৌগগুলির মধ্যে নাইট্রোজেনের নিম্নতম ওজন হইল 14 অতএব নাইট্রোজেনের পারমাণবিক ওজন হইল 14।

**গ্রাম আণবিক ওজন** মৌলিক পদার্থের পরমাণুর অথবা অণুর ওজন অতিশয় নগণ্য কারণ তাহাবা অতিশয় ক্ষুদ্র। সেই কারণে তুলাদণ্ড (Balance) ব্যবহার করিয়া তাহাদের প্রকৃত ওজা নির্ণয় করা যায় না। সেই কারণে কোন মোলের পরমাণুর ওজন তুলনামূলকভাবে নির্দিষ্ট বণ করা হয়। লঘুতম মোল হাইড্রোজেনের পারমাণবিক ওজাকে একক ধরিয়া অত্ৰ একটি মৌলিক পদার্থের পরমাণুর ওজন হাইড্রোজেনের পরমাণুর ওজনের তুলনায় কত গুণ তাহাই নির্ণয় করিয়া তুলনামূলকভাবে উক্ত মোলের পারমাণবিক ওজন প্রকাশ করা হয়। তাই যখন বলা হয় ক্লোরিনের পারমাণবিক ওজন 35.5 তখন বুঝিতে হইবে যে ক্লোরিনের একটি পরমাণু হাইড্রোজেনের একটি পরমাণুর তুলনায় 35.5 গুণ ভারী।

কোন মৌলিক বা যৌগিক পদার্থের আণবিক ওজন নির্ণয় করিতে হইলে সেই মৌলিক বা যৌগিক পদার্থে কোন মোলের কতগুলি পরমাণু আছে জানিয়া সেই পরমাণুগুলির ওজন যোগ করিলে আণবিক ওজন পাওয়া যায়। যথা অক্সিজেনের অণুতে তাহার দুইটি পরমাণু বিদ্যমান এবং ইহার আণবিক সংকেত হইল  $O_2$ , অতএব ইহার আণবিক ওজন  $2 \times 16$  অথবা 32। জলের আণবিক সংকেত  $H_2O$ ;

ইহার আণবিক ওজন  $= 2 \times 1 + 16 = 18$ । যেহেতু পারমাণবিক ওজনসমূহ যোগ করিয়া পদার্থের আণবিক ওজন পাওয়া যায় সেই হেতু আণবিক ওজনও হাইড্রোজেনের পরমাণুর ওজনের তুলনামূলক ওজন মাত্র।

তাই কোন পদার্থের আণবিক ওজন  $= \frac{\text{পদার্থের এক অণুর ওজন}}{\text{হাইড্রোজেনের একটি পরমাণুর ওজন}}$

ইহাও একটি সখ্যা মাত্র ইহাব একক নাই।

বাসায়নিক গণ্যাব সুবিধার জন্ত মৌলিক পদার্থের পারমাণবিক ওজন এবং মৌলিক ও যৌগিক পদার্থের আণবিক ওজন গ্রামে (Gramme ছোট করিয়া বলা হয় Gram) প্রকাশ করা হয়। গ্রাম-ওজনের বৈজ্ঞানিক একক।

**গ্রাম-পৰমাণু** কোন মৌলের পরমাণুর ওজন যখন গ্রামে প্রকাশ করা হয় তখন তত গ্রাম ওজনের মৌলিক পদার্থকে বলা হয় এক গ্রাম পরমাণু (Gram atom) এবং গ্রামে প্রকাশিত উহাব পারমাণবিক ওজনকে বলা হয় গ্রাম-পারমাণবিক ওজন (Gram atomic weight)।

**গ্রাম অণু** — তখনই কোন মৌল বা যৌগ পদার্থের অণুর ওজন যখন গ্রামে প্রকাশ করা হয় তখন সেই তত গ্রাম ওজনের উক্ত পদার্থকে বলা হয় এক গ্রাম অণু (Gram molecule) এবং গ্রামে প্রকাশিত উহাব অণুর ওজনকে বলা হয় গ্রাম-আণবিক ওজন (Gram molecular weight)।

পূর্বে অ্যাভোগাড্রো সখ্যাব কথা বলা হইয়াছে। ইহা দ্বারা আমরা বুঝি অণুর সখ্যা বাহা প্রমাণ ঠিকতায় ও চাপে প্রকাশিত গ্রাম অণুর আয়তনে (22.4 লিটার) থাকে। এই আয়তনে অণুর সখ্যা হইল  $6.06 \times 10^{23}$ । হাইড্রোজেনের গ্রাম অণু বলিতে আমবা 2.016 গ্রাম হাইড্রোজেনকে বুঝ। প্রমাণ উষ্ণতায় ও চাপে ইহার আয়তন 22.4 লিটার হয়। তাহাব ভিতর ইহাব অণুর সখ্যা  $6.06 \times 10^{23}$ ।

অর্থাৎ গ্রাম হাইড্রোজেনের একটি অণুর প্রকৃত ওজন  $\frac{2.016}{6.06 \times 10^{23}}$  গ্রাম  $= 0.3327$

$\times 10^{-23}$  গ্রাম এবং যেহেতু হাইড্রোজেন অণু দ্বি পরমাণুক হাইড্রোজেনের একটি পরমাণুর প্রকৃত ওজন হইল  $0.1663 \times 10^{-23}$  গ্রাম বা 000 000 000 000 000 000 000 001 663 গ্রাম। যেহেতু অন্যান্য পরমাণুর ওজন হাইড্রোজেনের পরমাণুর ওজনের তুলনায় নির্ণয় করা হয়, তাই ম্যাগনেসিয়ামের পরমাণুর ওজন হইবে  $0.1663 \times 10^{-23} \times 24$  গ্রাম  $= 3.984 \times 10^{-23}$  গ্রাম  $= 0.000\,000,000,000\,000,$





মনে করা যাউক যে 27 সেন্টিগ্রেড এবং 750 মিলিমিটার চাপে হিয়ার আয়তন হয় V ঘন সেন্টিমিটার।

অতএব বয়েল ও চার্লসের স যুক্ত স্বত্রানুসারে—

$$\frac{2800 \times 160}{273 + 0} = \frac{V \times 750}{273 + 27}$$

$$V = \frac{2800 \times 160 \times 300}{750 \times 273} \text{ ঘন সেন্টিমিটার} = 3117.9 \text{ ঘন সেন্টিমিটার।}$$

**উদাহরণ 4।** প্রমাণ উ তায় ও চাপে 100 ঘন সেন্টিমিটার কোন গ্যাসের ওজন দাঁ। ল 0.1964 গ্রাম। গ্যাসটির গ্রাম আণবিক ওজন স্থির কর। যে কোন গ্যাসের গ্রাম আণবিক আয়তন প্রমাণ উষ্ণতায় ও চাপে হইল 22400 ঘন সেন্টিমিটার অর্থাৎ 22400 ঘন সেন্টিমিটার গ্যাসের ওজন হইবে তাহা হইবে প্রকাশিত আণবিক ওজন।

এখানে প্রমাণ উষ্ণতায় চাপে 100 ঘন সেন্টিমিটার গ্যাসের ওজন = 0.1964 গ্রাম

প্রমাণ উষ্ণতায় চাপে 22400 ঘন সেন্টিমিটার গ্যাসের ওজন হইবে  $0.1964 \times 224 = 44$  গ্রাম

অতএব গ্যাসটির গ্রাম আণবিক ওজন = 44 গ্রাম।

**উদাহরণ 5।** একটি গ্যাসের বাষ্পীয় ঘনত্ব 30 উক্ত গ্যাসের 20 গ্রামের 27 সেন্টিগ্রেড এবং 750 মিলিমিটার চাপে কত আয়তন হইবে? গ্যাসের বাষ্পীয় ঘনত্ব = 30 অতএব তাহার আণবিক ওজন =  $2 \times 30 = 60$ ।

অতএব প্রমাণ উষ্ণতায় ও চাপে 60 গ্রাম গ্যাসের আয়তন হইবে 22.4 লিটার = 22400 ঘন সেন্টিমিটার।

গ্যাসটির 20 গ্রামের প্রমাণ উষ্ণতায় ও চাপে আয়তন হইবে  $\frac{22.4 \times 20}{60}$  লিটার =  $\frac{22.4}{3}$  লিটার,

মনে করা যাউক যে উক্ত গ্যাসের 27 সেন্টিগ্রেড এবং 750 মিলিমিটার চাপে আয়তন হইবে V লিটার।

অতএব বয়েল ও চালসেস স যুক্ত অক্সিজেনের

$$V \times 750 = \frac{224}{3} \times 760$$

$$273 + 27 = \frac{273 + 0}{273 + 0}$$

$$V = \frac{224}{3} \times \frac{760 \times 300}{150 \times 27} \text{ লিটার} = 8.31 \text{ লিটার}$$

### Questions

1 State Gay Lussac's law of gaseous volumes and explain it with examples

১। গে লুসাকে'র ১ আ ন অ টি স জা লিখ উদাহরণ দ্বারা বর্ণনা দাও।

2 What hypothesis was enunciated by Lenzelius for correlating Dalton's Atomic Theory and Gay Lussac's law of gaseous volumes? Show the inadequacy of this hypothesis in explaining the volumetric composition of hydrogen chloride

২। ডালটনের পরমাণু তত্ত্ব ও গে লুসাকের সূত্রের মিলন করিতে লেনজেলিয়াস কোন সিদ্ধান্ত উপস্থাপিত করেন হাইড্রোজেন ক্লোরাইডের আণবিক সংকেত ১৮ নম ব্যাখ্যা করিতে উক্ত সিদ্ধান্তের ব্যর্থতা দেখা হয় দাও।

3 What hypothesis was stated in order to correlate Dalton's Atomic Theory with Gay Lussac's Law of Gaseous Volumes? State precisely that hypothesis

৩। ডালটনের পরমাণু তত্ত্বের সাথে গে লুসাকের সূত্রের মিলন সাধন করিবার জন্য কোন সূত্র উপস্থাপিত করা হয়? সূত্রটি কী? তা বর্ণনা কর

4 What is Avogadro's hypothesis? How can this hypothesis be used to explain Gay Lussac's law of Gaseous volumes?

৪। অ্যাভোগাড্রো'র প্রস্তাব কী? অ্যাভোগাড্রো'র কল্পনা দ্বারা কিভাবে গে লুসাকে'র সূত্রের আণবিক সূত্র ব্যাখ্যা করা যায়?

5 State Avogadro's hypothesis

One volume of hydrogen combines with one volume of chlorine to form two volumes of hydrochloric acid gas (the volumes are measured under the same conditions of temperature and pressure). Deduce the formula of hydrochloric acid gas from this observation given that the molecules of hydrogen and of chlorine are diatomic

[ West Bengal Higher Secondary 1960 ]

6 What is the difference between an atom and a molecule? How does Dalton's Atomic Theory stand modified in the light of the molecular theory of matter?

৬। অণু ও পরমাণুর পার্থক্য কি? অণুতত্ত্বের দ্বারা কিভাবে ডালটনের পরমাণু তত্ত্ব সংশোধিত করা হয়েছে?

7 What are the important deductions arrived at from Avogadro's hypothesis? The molecular weight of any gas is twice its gaseous density — deduce the above statement from Avogadro's hypothesis

৭। অ্যাভোগাড্রো প্রকল্প হইতে কি কি গুরুত্বপূর্ণ সিদ্ধান্ত কৰা সম্ভব হইয়াছে? “যে কোন গ্যাসের আণবিক ওজন হাব বর্ণীয় সন্থের দ্বিগুণ — এই উক্তিট অ্যাভোগাড্রো প্রকল্প হইতে প্রমাণ কৰ

8 The molecules of hydrogen and oxygen are stated to be diatomic. Prove the truth of the statement with the help of Avogadro's hypothesis

৮। হাইড্রোজেন ও অক্সিজেনের অণুকে — দ্বিপাণু বলা হয়। এই উক্তির যাথার্থ্য অ্যাভোগাড্রো প্রকল্প দ্বা। প্রমাণ ক।

9 The molecular formula of chlorine is written as  $Cl_2$  state evidences in support of this formulation

৯। ক্লোরিনের আণবিক সংকেত  $Cl_2$  দেখ হয় ইহার স্বপক্ষে প্রমাণগুলি উল্লেখ কর।

10 The molecular weight of a gas can be determined from the determination of its gaseous density — explain the statement in all details

১০। কোন গ্যাসের ঘনত্ব নির্ণয় করিলে তাহার আণবিক ওজন নির্ণয় করা যায়। — এই উক্তিট বিশদভাবে ব্যাখ্যা কর।

11 One litre of a gas at  $27^\circ C$  and 760 mm pressure weighs 1.215 grams. Calculate the molecular weight of the gas. [Ans 29.3]

১১ ২৭ সেন্টিগ্রেড উষ্ণতায় এবং ৭৬০ মিলিমিটার চাপে কোন গ্যাসের এক লিটার বস্তু ১.২১৫ গ্রাম। গ্যাসটির আণবিক ওজন নির্ণয় কর। (উত্তর ২৯.৩)

12 Explain how the atomic weights of nitrogen and oxygen have been arrived at by the application of Avogadro's hypothesis

১২। অ্যাভোগাড্রো প্রকল্প প্রয়োগ করিয়া কিস্তাবে নাইট্রোজেনের এবং অক্সিজেনের পারমাণবিক ওজন নির্ণয় হইয়াছে তাহা বিশদভাবে বুঝাই।

13 What is the difference between molecule and gram molecule and molecular weight and gram molecular weight? At standard temperature and pressure the gram molecular volume is 22.4 litres — establish this statement from Avogadro's hypothesis

১৩। অণু ও গ্রাম অণু এবং আণবিক ওজন ও গ্রাম আণবিক ওজনের ভিত্তি পার্থক্য কি? প্রমাণ উষ্ণতায় ও চাপে প্রত্যেক গ্যাসের গ্রাম আণবিক ওজনের আয়তন হইল ২২.৪ লিটার — এই উক্তিট অ্যাভোগাড্রো প্রকল্প প্রয়োগ করিয়া প্রমাণ কর।

14 What should be the volume occupied by 4 grams of Ammonia at  $27^\circ C$  and 760 mm pressure? [Ans 5.869 litres]

১৪। ৪ গ্রাম অ্যামোনিয়া ২৭ সেন্টিগ্রেড ও ৭৬০ মিলিমিটার চাপে কত আয়তন হইবে? (উত্তর ৫.৮৬৮ লিটার)

15 State Avogadro's Law and show that the molecular weight of a gas is twice its relative density

An element E forms two gaseous hydrides A and B which contain 75 and 80 per cent of E and have densities of 8 and 15 respectively. Given that A contains only one atom of E in its molecule calculate (a) the atomic weight of E and (b) the formula of A and B

[ Higher Secondary West Bengal 1964 ]

[ Ans (a) 12 (b)  $\text{EH}_4$   $\text{E}_2\text{H}_6$  ]

১৫ আভোগাড্রো প্রকল্পট উল্লিখ কর এবং দেখাও যে কোন গ্যাসের আণবিক ওজন উহা বৈশিষ্ট্য ঘনত্বের দ্বিগুণ

একটি মৌল E দুইটি গ্যাস হাইড্রাইড A এবং B উৎপন্ন করে। উহার প্রথমটিতে ৭৫% এবং দ্বিতীতে ৮০% মৌল E আছে। ঘনত্ব যথাক্রমে ৮ ও ১৫। A-তে E-এর পরমাণু ১টি মাত্র আছে। তাহা হইলে (ক) E-এর পারমাণবিক ওজন এবং (খ) A ও B-এর সংকেত নির্ণয় কর।

উত্তর (a) 12 (b)  $\text{EH}_4$   $\text{E}_2\text{H}_6$

## চতুর্বিংশ অধ্যায়

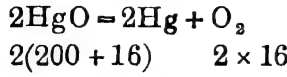
### ওজন ও আয়তন সম্পর্কিত গণনা

( Simple Calculations from equations of reacting weights of substances and volumes of gases )

বাসায়নিক সমীকরণ হইতে ওজন সমক্রান্ত গণনা ( Calculations involving weights and weights ) এ বিষয় অবশ্যই বহু লিখিত "বাসায়নিক গোড়ার কথা" প্রথম ভাগ (চতুর্থ সমস্যা) আলোচিত হইয়াছে (পৃ ১৬৬-৬৯)। এখানে আবশ্যিক ক্ষেত্রে দাওয়া দিয়া বিষয়টি বুঝান হইল। রাসায়নিক ক্রিয়াটির সমীকরণ নিতুল হইতে পারে। যে পদার্থের পরিবর্তন হয় তাহার সংকেতের নীচে তাহার সংকেত অনুসারে ওজন লিপিতে হয়। যে উৎপন্ন পদার্থের সম্বন্ধে গণনা করিতে হইবে তাহাও সংকেতের নীচে তাহার সংকেত অনুসারে ওজন লিপিতে হয়। তাহা বস্তু প্রয়োজনীয় বিষয় গণনা করা হয়। সমস্যাগুলি সমাধানের প্রণালী প্রকাশ করা হয়।

উদাহরণ 1। 200 গ্রাম ম্যাংকিউরিক সালফেট শুষ্ক করিয়া যে পরিমাণ অক্সিজেন ও পানি সম্প্রদায়িত আক্লিকতা পাইবে তাহা কত গ্রাম পটাসিয়াম ক্লোরেট উৎপন্ন করা প্রয়োজন হইবে?

মারকিউরিক অক্সাইড উত্তপ্ত করিলে মারকারী ও অক্সিজেন উৎপন্ন হয়।  
এই বিক্রিয়াটির সমীকরণ হইল

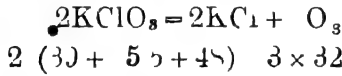


এই সমীকরণ হইতে জা ১ যায় যে

$2 \times 216$  গ্রাম মারকিউরিক অক্সাইড উত্তপ্ত করিলে  $2 \times 16$  গ্রাম অক্সিজেন পাওয়া যায়।

200 গ্রাম মারকিউরিক অক্সাইড উত্তপ্ত করিলে  $\frac{2 \times 16}{2 \times 216} \times 200$  গ্রাম  
বা  $\frac{400}{27}$  গ্রাম অক্সিজেন পাওয়া যাইবে।

পটাসিয়াম ক্লোরেট উত্তপ্ত করিলে নিম্নলিখিত সমীকরণ অনুসারে অক্সিজেন উৎপন্ন হয়।



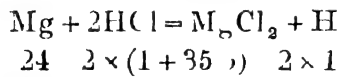
এই সমীকরণ হইতে জায়া যায় যে

$2 \times 122.5$  গ্রাম পটাসিয়াম ক্লোরেট উত্তপ্ত করিলে 96 গ্রাম অক্সিজেন পাওয়া  
যায়। অতএব 1 গ্রাম অক্সিজেন পাওতে  $\frac{2 \times 122.5}{96}$  গ্রাম পটাসিয়াম

ক্লোরেটকে উত্তপ্ত করিতে হইবে। অতএব  $\frac{400}{21}$  গ্রাম অক্সিজেন পাওতে হইলে  
 $\frac{2 \times 122.5}{96} \times \frac{400}{27}$  গ্রাম বা 378 গ্রাম পটাসিয়াম ক্লোরেট উত্তপ্ত করিতে হইবে।

**উদাহরণ ২।** 24 গ্রাম ম্যাগনেসিয়ামের উপর 16 গ্রাম হাইড্রোক্লোরিক  
অ্যাসিড যোগ করা হইল। কত গ্রাম হাইড্রোজেন উৎপন্ন হইবে?

ম্যাগনেসিয়ামের সহিত হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিডের বিক্রিয়ার সমীকরণ  
হইল



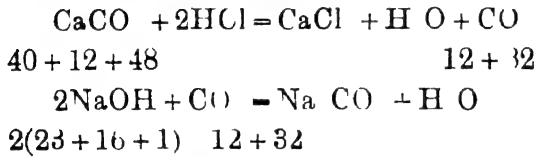
উপরের সমীকরণ হইতে আমরা জানিতে পারি যে,

24 গ্রাম ম্যাগনেসিয়াম  $2 \times 36.5$  বা 73 গ্রাম হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিডের  
সহিত রাসায়নিকভাবে ক্রিয়া করে এবং তাহাতে 2 গ্রাম হাইড্রোজেন উৎপন্ন  
হয়। অতএব 24 গ্রাম ম্যাগনেসিয়াম 73 গ্রাম হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিডের  
সহিত রাসায়নিকভাবে ক্রিয়া করিতে পারে। কিন্তু 16 গ্রাম হাইড্রোক্লোরিক

অ্যাসিড যোগ করার সমস্ত ম্যাগনেসিয়াম গলিয়া যাইবে এবং ৭৩ গ্রামের উপর যে হাইড্রোক্সে বিক অ্যাসিড আছে তাহা উৎসৃত থাকিবে। ম্যাগনেসিয়ামেব ওজন অনুসারে হাইড্রোজেন উৎপন্ন হইবে। ২৪ গ্রাম ম্যাগনেসিয়াম হইতে ২ গ্রাম হাইড্রোজেন পাওয়া যায়। অতএব ২৪ গ্রাম ম্যাগনেসিয়াম হইতে ০.২ গ্রাম হাইড্রোজেন উৎপন্ন হইবে।

**উদাহরণ ৩।** ৫০ গ্রাম সোডিয়াম হাইড্রক্সাইডকে সোডিয়াম কার্বনেটে পরিবর্তিত করিতে যে কার্বা ডাই অক্সাইড প্রয়োজন হয় তাহা পাঠিতে হইলে কি পরিমাণ ক্যালসিয়াম কার্বনেটকে হাইড্রোক্সেবিক অ্যাসিডের সহিত বিক্রিয়া করিতে দিতে হইবে?

বিক্রিয়া দুইটির সমীকরণ হইল

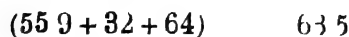


উপরে লিখিত সমীকরণ দু'টি হইতে জানিতে পারা যায় যে

২ × ৪০ গ্রাম সোডিয়াম হাইড্রক্সাইডকে সোডিয়াম কার্বনেটে পরিবর্তিত করিতে যে পরিমাণ কার্বন ডাই অক্সাইড প্রয়োজন হয় তাহা ১০০ গ্রাম ক্যালসিয়াম কার্বনেটে পাওয়া যায়। অতএব ১ গ্রাম সোডিয়াম হাইড্রক্সাইডের জন্য প্রয়োজন হইবে  $\frac{100}{2 \times 40}$  গ্রাম ক্যালসিয়াম কার্বনেট। অতএব ৫০ গ্রাম সোডিয়াম হাইড্রক্সাইডের জন্য প্রয়োজন হইবে  $\frac{100}{2 \times 40} \times 50$  গ্রাম বা ৬২.৫ গ্রাম ক্যালসিয়াম কার্বনেট।

**উদাহরণ ৪।** কোনও কপার সলফেটে দ্রবণে লোহাচুর যোগ করার ফলে ১৪ গ্রাম কপার পাওয়া গেল। দ্রবণে কি পরিমাণ ফেরাস সলফেট উৎপন্ন হইয়াছে গণনা দ্বারা স্থির কর।

যে বিক্রিয়া দ্বারা কপার সলফেট হইতে কপার পাওয়া যায় তাহাব সমীকরণ হইল  $\text{CuSO}_4 + \text{Fe} = \text{FeSO}_4 + \text{Cu}$



উপরে লিখিত সমীকরণ হইতে জানা যায় যে ৬৩.৫ গ্রাম কপার পাওয়া গেলে

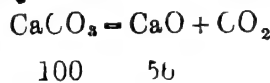
151.9 গ্রাম ফেরাস সল্ফেট উৎপন্ন হয়। অতএব 1 গ্রাম কপার উৎপন্ন হইলে  $\frac{151.9}{63.5}$  গ্রাম ফেরাস সল্ফেট উৎপন্ন হইবে। অতএব 1.4 গ্রাম কপার উৎপন্ন হইলে  $\frac{151.9}{63.5} \times 1.4$  গ্রাম বা 3.349 গ্রাম ফেরাস সল্ফেট উৎপন্ন হইবে।

**উদাহরণ ৫।** একটি ক্যালসিয়াম কার্বনেট ও ম্যাগনেসিয়াম কার্বনেটের মিশ্রণে 1.84 গ্রাম এরূপভাবে উত্তপ্ত করা হইল যে পরিবর্তিত ওজন স্থিরাঙ্কে আসে। তখন অবশিষ্ট কঠিন পদার্থের ওজন দেখা গেল 0.96 গ্রাম। মিশ্রণে ক্যালসিয়াম কার্বনেটের ও ম্যাগনেসিয়াম কার্বনেটের শতকরা পরিমাণ নির্ণয় কর।

মনে করা যাউক ক্যালসিয়াম কার্বনেটের ওজন = x গ্রাম।

তাহা হইলে ম্যাগনেসিয়াম কার্বনেটের ওজন = (1.84 - x) গ্রাম।

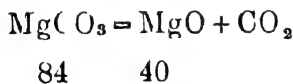
উত্তাপে ক্যালসিয়াম কার্বনেটের পরিবর্তনের সমীকরণ হইল



সমীকরণ হইতে জানা যায় যে 100 গ্রাম ক্যালসিয়াম কার্বনেট উত্তপ্ত করিলে 56 গ্রাম ক্যালসিয়াম অক্সাইড অবশিষ্ট থাকে এবং অক্সাইড উড়িয়া যায়।

x গ্রাম ক্যালসিয়াম কার্বনেট হইতে  $\frac{56x}{100}$  গ্রাম ক্যালসিয়াম অক্সাইড অবশিষ্ট রূপে পাওয়া যাইবে।

আবার ম্যাগনেসিয়াম কার্বনেটের উত্তাপে পরিবর্তনের সমীকরণ হইল



সমীকরণটি হইতে জানা যায় যে 84 গ্রাম ম্যাগনেসিয়াম কার্বনেট হইতে 40 গ্রাম ম্যাগনেসিয়াম অক্সাইড অবশিষ্টরূপে পাওয়া যায়। অতএব (1.84 - x) গ্রাম ম্যাগনেসিয়াম কার্বনেট হইতে  $\frac{40(1.84 - x)}{84}$  গ্রাম ম্যাগনেসিয়াম অক্সাইড অবশেষ পাওয়া যাইবে।

$$\text{অতএব প্রশ্নানুসারে } \frac{56x}{100} + \frac{40(1.84 - x)}{84} = 0.96$$



সমীকরণ সমাধান করিলে পাওয়া যায়  $x = 1$ ।

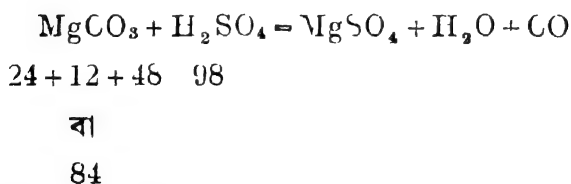
$$\text{ক্যালসিয়াম কার্বনেটের শতকরা পরিমাণ} = \frac{1}{1.84} \times 100 = 54.35$$

$$\text{এবং ম্যাগনেসিয়াম কার্বনেটের শতকরা পরিমাণ} = \frac{0.84}{1.84} \times 100 = 45.65।$$

**উদাহরণ ৬।** 10 গ্রাম সলফিউরিক অ্যাসিডের সহিত জল মিশাইয়া 7 গ্রাম ওজনের একগুণ ম্যাগনেসিয়াম কার্বনেট তৈরি করার যোগ করা হইল। যখন সমস্ত বিক্রিয়া শেষ হইয়া গেল তখন দেখা গেল যে সামান্য ম্যাগনেসিয়াম কার্বনেট উদ্ভূত বহিষ্কার হইয়াছে। তাহাকে তুলিয়া লইয়া ধুইয়া ও শুক করিয়া ওজন করা হইল এবং দেখা গেল যে তাহার ওজন 2.2 গ্রাম। যে সলফিউরিক অ্যাসিড ব্যবহার করা হইয়াছে তাহাতে ততকরা পরিমাণ বিদ্রুত সলফিউরিক অ্যাসিড ছিল।

7 গ্রাম ম্যাগনেসিয়াম কার্বনেটের ভিতর 2.2 গ্রাম বিক্রিয়ার পূর্বে অবশিষ্ট ছিল। অতএব  $(7 - 2.2)$  বা 4.8 গ্রাম ম্যাগনেসিয়াম কার্বনেট সমস্ত সলফিউরিক অ্যাসিডের সহিত বিক্রিয়া করিতে ব্যর্থ হইয়াছে।

ম্যাগনেসিয়াম কার্বনেটের সহিত সলফিউরিক অ্যাসিডের বিক্রিয়ার সমীকরণ হইল

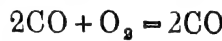


উপরের লিখিত সমীকরণ হইতে জানা যায়।

84 গ্রাম ম্যাগনেসিয়াম কার্বনেট 98 গ্রাম সলফিউরিক অ্যাসিডের সহিত বিক্রিয়া করে। অতএব 1 গ্রাম ম্যাগনেসিয়াম কার্বনেট 1.166 গ্রাম সলফিউরিক অ্যাসিডের সহিত বিক্রিয়া করে। অতএব 4.8 গ্রাম ম্যাগনেসিয়াম কার্বনেট  $4.8 \times 1.166$  বা 5.6 গ্রাম সলফিউরিক অ্যাসিডের সহিত বিক্রিয়া ঘটায়। 10 গ্রাম সলফিউরিক অ্যাসিড ব্যবহার করা হইল এবং তাহাতে প্রকৃতপক্ষে 5.6 গ্রাম বিদ্রুত সলফিউরিক অ্যাসিড ছিল। অতএব সলফিউরিক অ্যাসিডের শতকরা বিদ্রুত সলফিউরিক অ্যাসিড ছিল 56 ভাগ।

## ওজন ও আয়তন সংক্রান্ত গণনা ( Calculation involving weight and volume )

যখন কোন গ্যাসীয় পদার্থ বাসায়নিক বিক্রিয়ায় অংশ গ্রহণ করে তখন তাহাব প্রত্যেক অণু 1 আয়তন গ্যাস হিসাবে ক্রিয়া কবে এব যখন গ্যাসীয় পদার্থ বিক্রিয়ার ফলে উৎপন্ন হয় তাহাবও 1 অণু 1 আয়তন দখল কবে। আয়তনগুলি প্রমাণ উষ্ণতায় ও চাপে পরিমাপ করা হইতেছে বুদ্ধিতে হইবে। তাই আমরা যখন সমীকরণ দ্বারা লিখি—



তখন সমীকরণটি নিম্নলিখিত অর্থ প্রকাশ করে

(ক) 2 আয়তন কার্বন মনোক্সাইড + 1 আয়তন অক্সিজেন = 2 আয়তন কার্বন ডাই অক্সাইড ( প্রমাণ উষ্ণতা ও চাপে )—ইহাই আয়তনিক সম্পর্ক।

(১)  $2 \times 26$  ভাগ কার্বন মনোক্সাইড +  $32$  ভাগ অক্সিজেন =  $2 \times 44$  ভাগ কার্বন ডাই অক্সাইড—ইহাই ভৌলিক সম্পর্ক।

(গ)  $2 \times 22.4$  লিটার কার্বন মনোক্সাইড +  $22.4$  লিটার অক্সিজেন =  $2 \times 22.4$  লিটার কার্বন ডাই অক্সাইড ( প্রমাণ উষ্ণতায় ও চাপে ) যেহেতু পূর্বেই দেখান হইয়াছে যে ওজনগুলি গ্রামে প্রকাশ করিলে গ্রাম আণবিক আয়তন হইল  $22.4$  লিটার ( প্রমাণ উষ্ণতায় ও চাপে )।

এবং কসিতে হইল মনে বাসিতে হইবে

(ক) সমীকরণ হইতে প্রমাণ উষ্ণতায় (  $0^\circ$  সেন্টিগ্রেড ) ও প্রমাণ চাপে (  $76$  সেন্টিমিটার পারদেব চাপ ) গ্যাসের আয়তনিক সম্পর্ক পাওয়া যায়।

(খ) গ্রামে প্রকাশিত গ্যাসীয় পদার্থের আণবিক ওজন প্রমাণ উষ্ণতায় ও চাপে  $22.4$  লিটার আয়তন দখল করে।

(গ) প্রমাণ উষ্ণতায় ও চাপে 1 লিটার হাইড্রোজেনের ওজন =  $0.06984$  গ্রাম বা সক্ষেপে  $0.07$  গ্রাম। ইহা প্রকৃতভাবে বাসায়নিক ভৌলদণ্ডে ওজন করিয়া স্থিবিদ্ধত হইয়াছে।

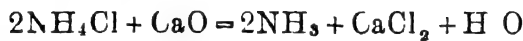
(ঘ) গ্যাসীয় পদার্থের আয়তন প্রমাণ উষ্ণতায় ও চাপে না থাকিলে বয়েল ও চার্লসের সূত্রানুসারে  $\frac{PV}{T} = \frac{P'V'}{T'}$  সমীকরণে সাহায্যে ইহার আয়তনকে প্রমাণ অবস্থায় আনিতে হইবে।

(ঙ) গ্যাসের প্রকৃত আয়তন লিট্রাবে বা ঘন সেন্টিমিটাবে প্রকাশ করিতে হয়।

(চ) গ্যাসীয় পদার্থের বাষ্পীয় ঘনত্ব  $\times 2 =$  গ্যাসীয় পদার্থের আণবিক ওজন নিয়ে কয়েকটি উদাহরণ দ্বারা উপরে বিষয়গুলি বিশদভাবে বুঝান হইয়াছে।

**উদাহরণ ১।** প্রমাণ উষ্ণতায় ও চাপে ১০ লিটার অ্যামোনিয়া পাইতে হইলে কত গ্রাম অ্যামোনিয়াম ক্লোরাইড প্রয়োজন হইবে?

স সমীকরণ হইল



$$2(14+4+35.5) \quad 2 \times 17$$

উপরে লিখিত সমীকরণ হইতে জানা যায় যে

$2 \times 53.5$  গ্রাম অ্যামোনিয়াম ক্লোরাইড হইতে  $2 \times 17$  গ্রাম অ্যামোনিয়া পাওয়া যাইবে অথবা ৫৩.৫ গ্রাম অ্যামোনিয়াম ক্লোরাইড হইতে ১৭ গ্রাম অ্যামোনিয়া পাওয়া যাইবে। এক্ষণে ১৭ গ্রাম হইতে এক গ্রাম অথবা অ্যামোনিয়া এবং তাহার আয়তন প্রমাণ উষ্ণতায় ও চাপে ২২.৪ লিটার। অতএব প্রমাণ উষ্ণতায় ও চাপে ২২.৪ লিটার অ্যামোনিয়া পাইতে হইলে ৫৩.৫ গ্রাম অ্যামোনিয়াম ক্লোরাইড প্রয়োজন হয়। অতএব প্রমাণ উষ্ণতায় ও চাপে ১০ লিটার অ্যামোনিয়া পাইতে হইলে  $\frac{53.5}{22.4} \times 10$  গ্রাম বা ২৩.৪৪ গ্রাম অ্যামোনিয়াম ক্লোরাইড প্রয়োজন হইবে।

**উদাহরণ ২।** ২৭ সেন্টিগ্রেড উষ্ণতায় এবং ৭৫০ মিলিমিটার চাপে ১০ লিটার সলফার ডাই অক্সাইড পাইতে হইলে কি পরিমাণ কপারকে ঘন সলফিউরিক অ্যাসিডের সহিত উত্তপ্ত করিতে হইবে।

মান করা যাউক যে প্রমাণ উষ্ণতায় ও চাপে উৎপন্ন সলফার ডাই অক্সাইডের আয়তন  $V$  লিটার। তাহা হইলে বয়েল ও চাপের সূত্রানুসারে

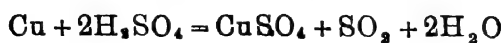
$$750 \times 10 = V \times 760$$

$$273 + 27 = 273 + 0$$

$$V = \frac{750 \times 10 \times 273}{300 \times 760} \text{ লিটার}$$

$$= 8.98 \text{ লিটার}$$

স সমীকরণ হইল



63 5

64

উপরের সমীকরণ হইতে জানা যায় যে 64 গ্রাম সলফার ডাই অক্সাইড পাইতে হইলে 63.5 গ্রাম কপার প্রয়োজন হয়। এখন 64 গ্রাম সলফার ডাই অক্সাইড মানে উক্ত গ্যাসের এক গ্রাম অণু এবং প্রমাণ উষ্ণতায় ও চাপে উহার আয়তন হইল 22.4 লিটার। অতএব প্রমাণ উষ্ণতায় ও চাপে 22.4 লিটার সলফার ডাই অক্সাইড পাইতে হইলে 63.5 গ্রাম কপার প্রয়োজন হয়। অতএব প্রমাণ উষ্ণতায় ও চাপে 896 লিটার সলফার ডাই অক্সাইড পাইতে হইলে  $\frac{63.5}{22.4} \times 896$  গ্রাম বা 2545.6 গ্রাম কপার প্রয়োজন হইবে।

**উদাহরণ ৩** 12 সেটি গ্রড উনতান ও 780 মিলিমিটার চাপে অক্সিজেনের  
কত আয়তন 2০ গ্রাম জিঙ্কে উপর হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিডের ক্রিয়ায় ফাল উৎপন্ন  
হাইড্রোজেনাক পোডানব জন্ত প্রয়োজন হইবে? ( $Z_H = 6০$ )  
স শ্লিষ্ট সমীকরণ দ্বয় হইল



6)

2



2 x 2 32

সমীকরণ হইতে জানা যায় যে  $2 \times 65$  গ্রাম জিঙ্ক ব্যবহার করিয়া যে হাইড্রোজেন পাওয়া যায় তাহা পাড়াইতে 32 গ্রাম অক্সিজেন প্রয়োজন হয়। কিন্তু ৩২ গ্রাম হইল অল্প জানব গ্রাম আণবিক ওজন এর তাহাব আয়তন হইল প্রমা। উষ্ণতায় ও চাপে 22.4 লিটার। অতএব  $2 \times 65$  গ্রাম জিঙ্ক হইতে উদ্ধৃত হাইড্রোজেন পাড়াইতে প্রমাণ উষ্ণতায় ও চাপে 22.4 লিটার অক্সিজেন প্রয়োজন হয়। সুতরা 25 গ্রাম জিঙ্ক হইতে প্রাপ্ত হাইড্রোজেন পোড়ানর জন্ত  $\frac{22.4}{2 \times 65} \times 25$  লিটার ( প্রমাণ উষ্ণতায় ও চাপে ) বা 4.31 লিটার অক্সিজেন প্রয়োজন হয়। মনে করা যাউক যে এই অক্সিজেনের 12 সেন্টিগ্রেড উষ্ণতায় এবং 780 মিলিমিটার চাপে আয়তন হয় V লিটার।

অতএব বয়েন ও চার্লসের সূত্রানুসারে

$$\frac{P \times V}{T} = \frac{P_1 \times V_1}{T_1}$$

অথবা  $\frac{760 \times 431}{273 + 0} = \frac{180 \times V}{273 + 12}$

$$V = \frac{760 \times 431 \times 285}{780 \times 273} \text{ লিটার}$$

$$= 438 \text{ লিটার।}$$

**উদাহরণ ৪।** ০.০৩২১ গ্রাম অ্যালুমিনিয়াম অক্সাইড মিশ্রিত অ্যালুমিনিয়ামের উপর হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড যোগ করিলে জলীয় বাষ্প মিশ্রিত শাইড্রোজেনের ৩৯.৩ ঘন সেন্টিমিটার ১৩ সেন্টিগ্রেড উষ্ণতায় ৭৬১ মিলিমিটার চাপে সংগ্রহ করা গেল। অ্যালুমিনিয়ামের বিশুদ্ধতা শতকরা পরিমাণ প্রকাশ কর। (১৩ সেন্টিগ্রেড উষ্ণতায় সংপৃক্ত জলীয় বাষ্পের চাপ = ১১ মিলিমিটার)।

মনে করা যাউক প্রমাণ উষ্ণতায় ও চাপে হাইড্রোজেনের আয়তন =  $V$  ঘন সেন্টিমিটার। বয়েন ও চার্লসের সূত্রানুসারে—

$$\frac{P \times V}{T} = \frac{P_1 \times V_1}{T_1}$$

$$\frac{(761 - 11) \times 39.3}{273 + 13} = \frac{760 \times V}{273 + 0}$$

$$V = \frac{750 \times 39.3 \times 273}{760 \times 286} \text{ ঘন সেন্টিমিটার}$$

$$= 37.02 \text{ ঘন সেন্টিমিটার।}$$

লব্ধি সমীকরণ হইল



$$2 \times 27$$

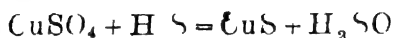
$$3 \times 2$$

সমীকরণ হইতে জানা যায় যে ২×২৭ গ্রাম অ্যালুমিনিয়াম ব্যবহার করিয়া ৩×২ গ্রাম হাইড্রোজেন উদ্ভূত হয়। এক্ষণে ২ গ্রাম হইল হাইড্রোজেনের গ্রাম আণবিক ওজন এবং তাহার আয়তন প্রমাণ উষ্ণতায় ও চাপে ২২.৪ লিটার। সুতরাং ৩×২২.৪ লিটার হাইড্রোজেন (প্রমাণ উষ্ণতায় ও চাপে) ২×২৭ গ্রাম অ্যালুমিনিয়াম ব্যবহার করিয়া পাওয়া যাইবে। অতএব ৩৭.০২ ঘন সেন্টিমিটার



গ্রাম কপার প্রয়োজন হয়। অতএব  $4.49$  লিটার (প্রমাণ উষ্ণতায় ও চাপে) সলফার ডাই অক্সাইড পাঠতে হইলে  $\frac{63.5}{224} \times 4.49$  গ্রাম বা  $12.728$  গ্রাম কপার প্রয়োজন হইবে।

আবার কপার সলফাইডের অধঃক্ষেপ পাঠতে নির্দিষ্ট সমীকরণ অনুসারে বিক্রিয়া ঘটিতে য়।



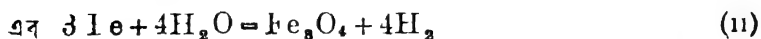
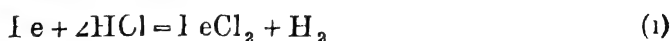
৬৩.৫      ৩২

সমীকরণ হইতে জানা যায় যে  $63.5$  গ্রাম কপারকে কপার সলফাইড হিসাবে অধঃক্ষেপ করিতে  $32$  গ্রাম বা প্রমাণ উষ্ণতায় ও চাপে  $22.4$  লিটার হাইড্রোজেন সলফাইড প্রয়োজন হইবে। (যেহেতু  $32$  গ্রাম হইল হাইড্রোজেন সলফাইডের গ্রাম আণবিক ভজন সেইহেতু তান্নব অর্থাৎ প্রমাণ উষ্ণতায় ও চাপে  $22.4$  লিটার)। অতএব  $12.728$  গ্রাম কপারকে কপার সলফাইডরূপে অধঃক্ষেপ করিতে  $\frac{12.728 \times 22.4}{63.5}$  লিটার বা  $4.49$  লিটার (প্রমাণ উষ্ণতায় ও চাপে) হাইড্রোজেন সলফাইড প্রয়োজন হইবে।

**উদাহরণ ৬।**  $1000$  লিটার আয়তনের একটি বেলুন  $21$  সেটিগ্রাড উষ্ণতায় ও  $750$  মিলিমিটার চাপে হাইড্রোজেন উত্তীর্ণ করিতে হইলে কম পক্ষে কত পরিমাণ আয়রন প্রয়োজন হইবে? [I.e.=56]

আয়রন ব্যবহার করিয়া হাইড্রোজেন প্রস্তুত করিবার দুইটি উপায় আছে একটি সাধারণ উদ্ভাস আয়রন হাইড্রোক্সিক অক্সাইড যোগ করিয়া অপরটি লোহিত তপ্ত আয়রনের উপর দিয়া ঈষৎ অক্রিয় করা হয়।

দুইটি প্রক্রিয়ার সমীকরণ যথাক্রমে



সমীকরণ (i) হইতে জানা যায় যে  $2$  গ্রাম হাইড্রোজেন পাঠতে হইলে  $56$  গ্রাম আয়রন ব্যবহার করা প্রয়োজন। সমীকরণ (ii) হইতে জানা যায় যে  $4 \times 2$  গ্রাম হাইড্রোজেন পাঠতে হইলে  $3 \times 56$  গ্রাম আয়রন প্রয়োজন অথবা  $2$  গ্রাম হাইড্রোজেন পাঠতে হইলে  $\frac{2}{3} \times 56$  গ্রাম আয়রন প্রয়োজন। অতএব

### ওজন ও আয়তন সম্পর্কিত গণনা

সমীকরণ (11) অনুসারে বিক্রিয়া ঘটাইলে সর্বমুখ্য কম আয়বণ প্রয়োজন হইবে। ধরা যাউক যে 27 সেণ্টিগ্রেড উষ্ণতায় ও 750 মিলিমিটার চাপে 1000 লিটার হাইড্রোজেনের আয়তন হইবে V লিটার।

বয়ল ও চার্লসের সযুক্ত সূত্রানুসারে

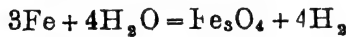
$$\frac{P \times V}{T} = \frac{P_1 \times V_1}{T_1}$$

$$\frac{750 \times 1000}{273 + 27} = \frac{760 \times V}{273 + 0}$$

$$\frac{750 \times 1000 \times 273}{760 \times 300} \text{ লিটার}$$

$$= 896 \text{ লিটার}$$

সম্মিলিত সমীকরণ হইল



$$3 \times 56$$

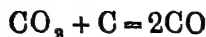
$$4 \times 2$$

উপরের সমীকরণ হইতে জানা যায় যে  $4 \times 2$  গ্রাম বা  $4 \times 22.4$  লিটার (প্রমাণ উষ্ণতায় ও চাপে) হাইড্রোজেন পাইতে হইলে  $3 \times 56$  গ্রাম আয়বণ প্রয়োজন হয়। (যেহেতু 2 গ্রাম হাইড্রোজেন হইল হাইড্রোজেনের গ্রাম আণবিক ওজন এবং তাহাব আয়তন প্রমাণ উষ্ণতায় ও চাপে 22.4 লিটার)। অতএব 896 লিটার হাইড্রোজেন (প্রমাণ উষ্ণতায় ও চাপে) পাইতে হইলে কম পক্ষে  $\frac{3 \times 56}{4 \times 22.4} \times 896$  গ্রাম বা 1683.75 গ্রাম আয়বণ প্রয়োজন হইবে।

আয়তন ও আয়তন সংক্রান্ত গণনা (Calculation involving volume and volume) গ্যাসীয় পদার্থের সহিত গ্যাসীয় পদার্থের রাসায়নিক বিক্রিয়ায় আয়তন সংক্রান্ত গণনা করিবার সময় সহজভাবে এবং সুবিধা জনকভাবে গণনা করিবার জন্ত যে কোন গ্যাসের 1 গ্রাম অণুর আয়তনকে একক ধরিয়া গণনা করা হয়। গ্যাসের আয়তন ঘটিত গণনার বিষয় গ্যাসমিতি (Eudiometry) নামক অংশের অন্তর্গত। গ্যাসের আয়তন মাপিবার যন্ত্রকে Eudiometer বলে।

হাইড্রোজেন ও ক্লোরিন গ্যাসের রাসায়নিক বিক্রিয়ার ফলে হাইড্রোক্লোরিক





১ আয়তন ২ আয়তন

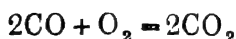
কার্বন ডাই অক্সাইডকে লোহিত তণ্ডু কার্বনের উপর দিয়া প্রবাহিত করিলে যে কার্বন মনোক্সাইড উৎপন্ন হয় তাহার আয়তন কার্বন ডাই অক্সাইডের আয়তনের দ্বিগুণ হয়। অতএব সমস্ত কার্বন ডাই অক্সাইড বিজারিত হইলে কার্বন মনোক্সাইডের আয়তন হইত ১০০০ ঘন সেন্টিমিটার। অতএব বুঝা যাইতেছে যে সমস্ত কার্বন ডাই অক্সাইড বিজারিত হয় নাই। ধরা যাউক যে  $x$  ঘন সেন্টিমিটার কার্বন ডাই অক্সাইড বিজারিত হইয়াছে। তা হা হইলে  $2x$  ঘন সেন্টিমিটার কার্বন মনোক্সাইড উৎপন্ন হইয়াছে এবং  $(500 - x)$  ঘন সেন্টিমিটার কার্বন ডাই অক্সাইড অবশিষ্ট পড়িয়া আছে।

$$\text{প্রশান্তসারে } (500 - x) + 2x = 700$$

$$x = 200 \text{ ঘন সেন্টিমিটার।}$$

অতএব যে গ্যাস বিক্রিয়াব পর সংগ্রহ করা হইয়াছে তাহাত  $(500 - 200)$  বা ৩০০ ঘন সেন্টিমিটার কার্বন ডাই অক্সাইড এবং  $2 \times 200$  বা ৪০০ ঘন সেন্টিমিটার কার্বন মনোক্সাইড বাকান আছে।

**উদাহরণ ৩।** একটি গ্যাস মাপিবাদ যন্ত্রে ৪০ ঘন সেন্টিমিটার কার্বন মনোক্সাইড এবং অ্যাসিটিলিন গ্যাসের মিশ্রণ লওয়া হইল এবং তাহাব সহিত ১০০ ঘন সেন্টিমিটার অক্সিজেন মিশাইয়া মিশ্রণে অগ্নি সংযোগ করা হইল। ঠাণ্ডা করার পর গ্যাসের মিশ্রণের আয়তন হইল ১০৪ ঘন সেন্টিমিটার। উক্ত গ্যাসের মিশ্রণে কষ্টিক পটাসের যোজবণ যোগ করান পর অবশিষ্ট গ্যাসের আয়তন হইল ৪৪ ঘন সেন্টিমিটার। মিশ্রণে কার্বন মনোক্সাইড ও অ্যাসিটিলিনের শতকরা পরিমাণ নিগম্য কর। একট উষ্ণায় ও চাপে সমস্ত গ্যাসের পরিমাপ করা হইয়াছে।



সমীকরণদ্বয় হইতে জানা যায় যে

(i) ২ আয়তন কার্বন মনোক্সাইডের ১ আয়তন অক্সিজেনের সহিত বিক্রিয়া হয় এবং ২ আয়তন কার্বন ডাই অক্সাইড উৎপন্ন হয় এবং (ii) ২ আয়তন অ্যাসিটিলিনের

৫ আয়তন অক্সিজেনের সহিত বিক্রিয়া হয় এবং ৪ আয়তন কার্বন ডাই অক্সাইড উৎপন্ন হয়। তরল জলের কোন আয়তন নাই।

ধরা যাউক মিশ্রণে  $x$  ঘন সেন্টিমিটার কার্বন মনোক্সাইড আছে। তাহার জন্ম বিক্রিয়াতে লাগিবে  $\frac{x}{2}$  ঘন সেন্টিমিটার অক্সিজেন এবং  $x$  ঘন সেন্টিমিটার কার্বন ডাই অক্সাইড উৎপন্ন হইবে।

আর  $(40 - x)$  ঘন সেন্টিমিটার অ্যাসিটিলিনের জন্ম বিক্রিয়াতে লাগিবে  $\frac{40 - x}{2} \times 5$  ঘন সেন্টিমিটার অক্সিজেন এবং  $2 \times (40 - x)$  ঘন সেন্টিমিটার কার্বন ডাই অক্সাইড উৎপন্ন হইবে।

বিক্রিয়ার পব অক্সিজেন পড়িয়া আছে ৪৮ ঘন সেন্টিমিটার।

অক্সিজেনের আয়তন যাহা বিক্রিয়ায় ব্যবহৃত হইয়াছে  $= (100 - 48)$  বা ৫২ ঘন সেন্টিমিটার। আর কার্বন ডাই অক্সাইড যাহা উৎপন্ন হইয়াছে  $= (104 - 48)$  বা ৫৬ ঘন সেন্টিমিটার।

$$\frac{x}{2} + \frac{40 - x}{2} \times 5 = 52$$

$$\text{বা } x + 200 - 5x = 104$$

$$4x = 96$$

$$x = 24 \text{ ঘন সেন্টিমিটার}$$

$$\text{কার্বন মনোক্সাইডের শতকরা পরিমাণ} = \frac{24 \times 100}{40} = 60$$

$$\text{এবং অ্যাসিটিলিনের শতকরা পরিমাণ} = (100 - 60) \text{ বা } 40।$$

**দ্রষ্টব্য।** কার্বন ডাই অক্সাইডের আয়তন লইয়া গণনা করিলেও একই ফল পাওয়া যায়  
যথা  $-x + 2(40 - x) = 56$  বা  $x = (80 - 56)$  অথবা ২৪ ঘন সেন্টিমিটার।

**উদাহরণ ৪** নিম্নে প্রদত্ত বিবরণ হইতে নাইট্রাস অক্সাইডের আয়তনিক

স যুতি বাহির কর —

নাইট্রাস অক্সাইডের আয়তন ১০ ঘন সেন্টিমিটার

(যাহা গ্যাস পরিমাপক যন্ত্রে লওয়া হইল)

হাইড্রোজেন গ্যাস যোগ করিয়া আয়তন ২৮ " "

বিস্ফারণের পর ঠাণ্ডা করিয়া আয়তন ১৮ " "

অক্সিজেন গ্যাস যোগ করিয়া আয়তন 27 ঘন সেন্টিমিটার

দ্বিতীয় বার বিস্ফোরণের পর ঠাণ্ডা করিয়া আয়তন 15 " "

( সমস্ত গ্যাসের আয়তন প্রমাণ উষ্ণতায় ও চাপে মাপা হইয়াছে ) ।

দ্বিতীয় বার বিস্ফোরণের পর যে আয়তনের স কৌচন হইয়াছে তাহা মুক্ত হাইড্রোজেনের সহিত মুক্ত অক্সিজেনের বিক্রিয়া দ্বারা তরল জল উৎপন্ন হওয়ার ফলে । অতএব (27 - 15) বা 12 ঘন সেন্টিমিটার মোট আয়তনিক স কৌচনের ১ অংশ অথবা 4 ঘন সেন্টিমিটার হইল অক্সিজেন এবং ৮ অংশ বা 8 ঘন সেন্টিমিটার হইল হাইড্রোজেন । এই 8 ঘন সেন্টিমিটার হাইড্রোজেন যে (28 - 10) বা 18 ঘন সেন্টিমিটার হাইড্রোজেন প্রথমে যোগ করা হইয়াছিল তাহা হইতে উৎস পড়িয়া ছিল । অতএব 10 ঘন সেন্টিমিটার হাইড্রোজেন নাইট্রাস অক্সাইডের অক্সিজেনের সহিত বিক্রিয়ার ব্যয়িত হইয়াছে । এক্ষণে 10 ঘন সেন্টিমিটার হাইড্রোজেন 5 ঘন সেন্টিমিটার অক্সিজেনের সহিত মুক্ত হইয়া জল উৎপন্ন করে । এই 5 ঘন সেন্টিমিটার অক্সিজেন 10 ঘন সেন্টিমিটার নাইট্রাস অক্সাইড হইতে আসে । অতএব নাইট্রাস অক্সাইডের যে-কোন আয়তনে তাহার অর্ধেক আয়তন অক্সিজেন থাকে । আবার প্রথম বিস্ফোরণের পর ঠাণ্ডা করিয়া যে 18 ঘন সেন্টিমিটার গ্যাস পড়িয়া থাকে তাহা নাইট্রোজেন ও হাইড্রোজেনের মিশ্রণ । তাহার ভিতর পূর্বে দেখান হইয়াছে যে 8 ঘন সেন্টিমিটার হাইড্রোজেন । অতএব বাকী 10 ঘন সেন্টিমিটার নাইট্রোজেন নাইট্রাস অক্সাইড হইতে পাওয়া যায় । সুতরা 2 আয়তন নাইট্রাস অক্সাইডে 2 আয়তন নাইট্রোজেন এবং 1 আয়তন অক্সিজেন আছে ।

**উদাহরণ 5** নাইট্রোজেন ও নাইট্রিক অক্সাইড গ্যাসের মিশ্রণের 25 ঘন সেন্টিমিটার লইয়া লোহিত তপ্ত কপারের উপর দিয়া অতিক্রম করানোর ফলে 20 ঘন সেন্টিমিটার গ্যাস পাওয়া গেল । গ্যাসের আয়তনগুলি প্রমাণ উষ্ণতায় ও চাপে পরিমাপ করা হইয়াছে । গ্যাসের মিশ্রণের শতকরা স যুতি স্থির কর ।

ধরা যাউক, নাইট্রিক অক্সাইডের আয়তন =  $x$  ঘন সেন্টিমিটার ।

নাইট্রোজেনের আয়তন =  $(25 - x)$  ঘন সেন্টিমিটার ।

লোহিত তপ্ত কপারের উপর দিয়া অতিক্রম করানোর ফলে নাইট্রিক অক্সাইড হইতে নিম্নলিখিত সমীকরণ অনুসারে নাইট্রোজেন পাওয়া যাইবে । নাইট্রোজেনের কোন পরিবর্তন হইবে না । অতএব যে গ্যাস শেবে পাওয়া যাইবে তাহা কেবলমাত্র নাইট্রোজেন ।



২ আয়তন

১ আয়তন

সমীকরণ অনুসারে ২ আয়তন নাইট্রিক অক্সাইড হইতে ১ আয়তন নাইট্রোজেন পাওয়া যায়। অতএব  $x$  ঘন সেন্টিমিটার নাইট্রিক অক্সাইড হইতে  $\frac{x}{2}$  ঘন সেন্টিমিটার নাইট্রোজেন পাওয়া যাইবে।

$$\frac{x}{2} + (25 - x) = 20$$

$$\text{অথবা } \frac{x}{2} = 5$$

$$x = 10 \text{ ঘন সেন্টিমিটার।}$$

মিশ্রণে নাইট্রোজেনের শতকরা পরিমাণ  $= \frac{10}{25} \times 100$  বা ৪০ এবং নাইট্রিক অক্সাইডের শতকরা পরিমাণ  $= \frac{15}{25} \times 100$  বা ৬০।

### Questions

How much potassium chlorate will be required to generate as much oxygen as can burn all the hydrogen obtained by the action of dilute hydrochloric acid on 3.275 grams of zinc? ( $Zn = 65.5$ )

[Ans 2.04 gms]

১। ৩.২৭৫ গ্রাম জিংক উপর পাতল হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড যোগ করিলে যে পরিমাণ হাইড্রোজেন উৎপন্ন হইবে তাহাকে পোড়াইতে যে অক্সিজেন প্রয়োজন হয় তাহা পাইতে হইলে কি পরিমাণ পটাশিয়াম ক্লোরেট ব্যবহার কবিত হইবে? ( $Zn = ৬৫.৫$ )

[উত্তর ২.০৪ গ্রাম]

২ 5 grams of manganese dioxide are heated with excess of concentrated hydrochloric acid. Chlorine evolved is passed into potassium iodide solution. Calculate the amount of iodine liberated ( $Mn = 55$ ,  $I = 127$ )

[Ans 14.6 grams]

২। ৫ গ্রাম ম্যাঙ্গানিজ ডাই অক্সাইডের সহিত প্রয়োজনাতিরিক্ত ঘন হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড মিশ্রিত কবিয়া উত্তপ্ত করা হইল। উৎপন্ন ক্লোরিনকে পটাশিয়াম আয়োডাইডের দ্রবণের ভিতর দিয়া অতিক্রম করান হইল। কি পরিমাণ আয়োডিন উৎপন্ন হইবে তাহা নির্ণয় কর ( $Mn = ৫৫$ ,  $I = ১২৭$ )।

[উত্তর ১৪.৬ গ্রাম]

৩ 6 grams of a mixture of potassium chloride and potassium chlorate are heated till the weight becomes constant. It is found that 4.045 grams of potassium chloride are left behind. Calculate

the amount of potassium chloride present in the mixture ( $K=39$ )

[Ans 1.011 grams]

৩। পটাসিয়াম ক্লোরাইড ও পটাসিয়াম ক্লোবেটেব একটি মিশ্রণের ৬ গ্রাম লইয়া উত্তপ্ত কবাব পর যখন ওজন স্থিরাক্ষে আসিল তখন দেখা গেল যে ৪.০৪৫ গ্রাম পটাসিয়াম ক্লোরাইড পড়িয়া আছে। উক্ত মিশ্রণে কি পরিমাণ পটাসিয়াম ক্লোরাইড ছিল তাহা নির্ণয় কর ( $K=39$ )।

[উত্তর ১.০১১ গ্রাম]

4 When a mixture of anhydrous sodium carbonate and sodium bicarbonate weighing 3 grams is heated a residue of 2.652 grams of solid is left behind. Calculate the percentage amount of sodium carbonate in the mixture

[Ans 68.567]

৪। ক্রিস্টল সোডিয়াম কার্বনেট এবং সোডিয়াম বাইকার্বনেটে একটি মিশ্রণের ৩ গ্রাম লইয়া উত্তপ্ত কবাব পর অবশিষ্ট কঠিনের ওজন স্থিরাক্ষে আসিল দেখা গেল যে ২.৬৫২ গ্রাম কঠিন পড়িয়া আছে। মিশ্রণে সোডিয়াম কার্বনেটেব শতকরা পরিমাণ নির্ণয় কর।

[উত্তর ৬৮.৫৬৭]

5 Oxygen is generated by heating 60 grams of potassium chlorate. How much zinc will be required to generate sufficient hydrogen to convert all the oxygen evolved into water? ( $Zn=64.4$ )

[Ans 94.4 grams]

৫। ৬০ গ্রাম পটাসিয়াম ক্লোরেট উত্তপ্ত করিয়া অক্সিজেন উৎপাদন করা হইল। সেই অক্সিজেনকে জলে পরিবর্তিত করিতে যে পরিমাণ হাইড্রোজেন প্রয়োজন তাহা উৎপাদন করিতে কত জিংক প্রয়োজন হইবে? ( $Zn=64.4$ )

[উত্তর ৯৪.৬৪ গ্রাম]

6 How much ammonium nitrate will be required to generate 2.5 litres of nitrous oxide at 33°C and 741 mm pressure?

[Ans 7.617 grams]

৬। ৩৯ সেন্টিগ্রেড চাপে ২.৫ লিটার নাইট্রাস অক্সাইড প্রস্তুত করিতে হইলে কি পরিমাণ অ্যামোনিয়াম নাইট্রেট প্রয়োজন হইবে?

[উত্তর ৭.৬১৭ গ্রাম]

7 Hydrogen sulphide generated by the action of dilute sulphuric acid on a sample of ferrous sulphide is found to contain hydrogen to the extent of 9 per cent by volume. What is the percentage amount of iron present in the sample of ferrous sulphide used ( $Fe=56$ )

[Ans 59.2%]

৭। কেরাস সলফাইডের একটি নমুনার উপর পাতলা সলফিউরিক অ্যাসিড যোগ করিয়া যে হাইড্রোজেন সালফাইড উৎপন্ন হইল তাহাতে আয়তনিকভাবে শতকরা ৯ ভাগ

হাইড্রোজেন আছে দেখা গেল। ফেরাস সলফাইডের উক্ত নমুনার শতকরা কত ভাগ আয়রণ ছিল তাহা নির্ণয় কর (Fe=৫৬)। [উত্তর ৫৯২%]

8 0.2925 grams of common salt is dissolved in water and after filtering silver nitrate solution is added to it in sufficient amount. The precipitate of silver chloride so produced is filtered and washed thoroughly. The washed precipitate is next dried and weighed when its constant weight is found to be 0.7075 grams. What is the percentage of sodium chloride in the sample of common salt used? [Ans 98.63%]

৮। ০.২৯২৫ গ্রাম বাসারবেব লবণ দ্রবণে দ্রবীভূত করা হইল এবং পবিশ্রাবণের পর উক্ত দ্রবণে উপযুক্ত পরিমাণ সিলভার নাইট্রেট যোগ করিয়া যে সিলভার ক্লোরাইডের অবক্ষেপ পাওয়া গেল তাহাকে পবিশ্রাবণ দ্বারা পৃথক করিয়া ধৌত করা হইল। পরে শুষ্ক করিয়া ওজন লওয়া হইল এবং ওজন হিচাবে আসিলে দেখা গেল যে সিলভার ক্লোরাইডের ওজন হইল ০.৭০৭৫ গ্রাম। বাসারবেব লবণ প্রকৃত সোডিয়াম ক্লোরাইড শতকরা কি পরিমাণ ছিল? [উত্তর ৯৮.৬৩%]

9 What volume of oxygen evolved at 12°C and 780 mm pressure will be required to burn hydrogen evolved by the action of dilute sulphuric acid on 10 grams of zinc? (Zn=65.5) [Ans 8.696 litres]

৯। ১০ গ্রাম জিঙ্কের উপর পাতলা সলফিউরিক অ্যাসিড যোগ করিয়া যে হাইড্রোজেন উৎপন্ন হয় তাহা ১২ সেন্টিমিটার এবং ৭৮০ মিলিমিটার চাপে উৎপন্ন অক্সিজেনের কত আয়তন প্রয়োজন হইবে? (Zn=৬৫.৫) [উত্তর ৮.৬৯৬ লিটার]

10 How much zinc will be required to generate 1000 cc of dry hydrogen at 30°C and 754 mm pressure by the action of dilute sulphuric acid? (Zn=65.5 S=16 O=16 H=1) [Ans 2.614 grams]

১০। ৩০ সেন্টিগ্রেড উষ্ণতায় এবং ৭৫৪ মিলিমিটার চাপে পাতলা সলফিউরিক অ্যাসিড ব্যবহার করিয়া ১০০ ঘন সেন্টিমিটার শুষ্ক হাইড্রোজেন উৎপাদন করিতে কি পরিমাণ জিঙ্কের দ্রবীভূত প্রয়োজন হইবে? (Zn=৬৫.৫ S=৩২ O=১৬ H=১)। [উত্তর ২.৬১৪ গ্রাম]

11 54 grams of water are made to react with (a) sodium (b) calcium hydride and (c) red hot iron in the form of steam. Calculate the volume of hydrogen evolved at 27°C and 750 mm pressure in all the three cases. [Ans (a) 3.74 litres (b) 7.48 litres (c) 7.48 litres]

১১। ৫৪ গ্রাম জলকে (ক) সোডিয়ামের (খ) ক্যালসিয়াম হাইড্রাইডের (গ) লোহিত তপ্ত আয়রণের উপর ষ্টীমের পাত্রের

করিয়া বিক্রিয়া ঘটাইয়া বিযোজিত করা হইল। উক্ত তিনটি ক্ষেত্রে ২৭ সেন্টিগ্রেড উষ্ণতায় এবং ৭৫০ মিলিমিটার চাপে উৎপন্ন হাইড্রোজেনের আয়তন নির্ণয় কর।

[ উত্তর (ক) ৩ ৭৪ লিটার (খ) ৭ ৪৮ লিটার (গ) ৭ ৪৮ লিটার ]

13 In a litre of a cupric chloride solution there are 1.75 grams of cupric chloride present. What volume of hydrogen sulphide at normal temperature and pressure will be required to precipitate all the Copper as cuprous sulphide from 100 c.c. of this solution? [Cu = 63.5 S = 32 Cl = 35.5] [Ans 29.14 c.c.]

১২। ১ লিটার কিউপ্রিক ক্লোরাইডের কোন দ্রবণে ১.৭৫ গ্রাম কিউপ্রিক ক্লোরাইড আছে। এই দ্রবণে ১০০ ঘন সেন্টিমিটার হাইড্রোজেন সালফাইড সম্পূর্ণরূপে অবক্ষিপ্ত করিতে প্রমাণ উষ্ণতায় ও চাপে কত আয়তন হাইড্রোজেন সালফাইড প্রয়োজন হইবে? (Cu = ৬৩.৫ S = ৩২ Cl = ৩৫.৫) [ উত্তর ২৯.১৪ ঘন সেন্টিমিটার ]

13 An aqueous solution of hydrochloric acid containing 0.35 gram molecule of the acid is added to calcium carbonate. Calculate the (a) gram molecule and (b) the volume in litre at normal temperature and pressure of carbon dioxide evolved in the reaction (Ca = 40 C = 12 O = 16 Cl = 35.5 H = 1)

[Ans (a) 0.175 gram molecule (b) 3.92 litres]

১৩। ০.৩৫ গ্রাম অণু হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিডবিশিষ্ট জলীয় দ্রবণ ক্যালসিয়াম কার্বনেটের উপর যোগ করা হইল। (ক) কত গ্রাম অণু এবং (খ) প্রমাণ উষ্ণতায় ও চাপে কত লিটার কার্বন ডাই অক্সাইড উদ্ভূত হইবে তাহা নির্ণয় কর (Ca = ৪০ C = ১২ O = ১৬ Cl = ৩৫.৫ H = ১)। [ উত্তর (ক) ০.১৭৫ গ্রাম অণু (খ) ৩.৯২ লিটার ]

14 A gas mixture contains 50% Hydrogen 40% Methane and 10% Oxygen. What volume more of Oxygen at normal temperature and pressure will be required to burn 200 c.c. of this gas mixture measured at 27°C and 750 mm pressure. What weight of potassium chlorate is to be decomposed in order to get that oxygen? (K = 39.1 Cl = 35.5 O = 16) [Ans 170.6 c.c. 0.6227 grams]

১৪। একটি গ্যাসীয় মিশ্রণে ৫০% হাইড্রোজেন ২০% মিথেন (CH<sub>4</sub>) এবং ১০% অক্সিজেন আছে। এই গ্যাসীয় মিশ্রণের ২০০ সেন্টিগ্রেড উষ্ণতায় এবং ৭৫০ মিলিমিটার চাপে ২০০ ঘন সেন্টিমিটার পরিমাণ লইয়া সম্পূর্ণরূপে পোড়াইতে প্রমাণ উষ্ণতায় ও চাপে আর কত আয়তনিক পরিমাণ অক্সিজেন প্রয়োজন হইবে? উক্ত পরিমাণ অক্সিজেন পাইতে হইলে কি পরিমাণ পটাশিয়াম ক্লোরেটের বিয়োজন ঘটাইতে হইবে তাহা নির্ণয় কর। (K = ৩৯.১ Cl = ৩৫.৫ O = ১৬)। [ উত্তর ১৭০.৬ ঘন সেন্টিমিটার ০.৬২২৭ গ্রাম ]

15 A gaseous mixture contains 20% methane and, 80% of carbon monoxide by volume. Calculate the weight of potassium chlorate that will be required to generate sufficient oxygen to burn completely 1520 cc of this gas mixture at 27°C and 760 mm pressure ( $K=39$   $Cl=35.5$   $O=16$ ) [Ans 3.982 gram]

১৫। কোনও একটি গ্যাসীয় মিশ্রণে আয়তনিকভাবে শতকরা ২০ ভাগ মিথেন ও ৮০ ভাগ কার্বন মনোক্সাইড আছে। উক্ত মিশ্রণের ২৭ সেন্টিগ্রেড উষ্ণতায় এবং ৭৬০ মিলিমিটার চাপে ১৫২০ ঘন সেন্টিমিটার লইয়া তাহাকে সম্পূর্ণরূপে পোড়াইতে যে অক্সিজেন প্রয়োজন তাহা পাইতে হইলে কি পরিমাণ পটাশিয়াম ক্লোরেট ব্যবহার করিতে হইবে তাহা নির্ণয় কর ( $K=৩৯$   $Cl=৩৫.৫$   $O=১৬$ ) [উত্তর ৩.৯৮২ গ্রাম]

16 A commercial sample of potassium chlorate contains some potassium chloride. 1555 grams of this sample of potassium chlorate on heating yield as much oxygen as can completely burn 1520 cc of  $C_2H_2$  measured at 27°C and 760 mm pressure. Calculate the percentage of potassium chlorate in the sample ( $K=39$   $Cl=35.5$   $O=16$ ) [Ans 80.04%]

১৬। বাজারবব পটাশিয়াম ক্লোরেটের সহিত কিছু পরিমাণে পটাশিয়াম ক্লোরাইড মিশ্রণ আছে। সেই পটাশিয়াম ক্লোরেটের ১৫৫৫ গ্রাম বিয়োজিত করিয়া যে অক্সিজেন পাওয়া গেল তাহা ২৭ সেন্টিগ্রেড উষ্ণতায় এবং ৭৬০ মিলিমিটার চাপে ১৫২ ঘন সেন্টিমিটার অ্যাসিটিলিন ( $C_2H_2$ ) গ্যাসকে সম্পূর্ণরূপে পোড়াইল। মিশ্রণে পটাশিয়াম ক্লোরেট কত ভাগ ছিল নির্ণয় কর ( $K=৩৯$   $Cl=৩৫.৫$   $O=১৬$ )। [উত্তর ৮০.০৪%]

17 15 cc of a mixture of hydrogen carbon monoxide and methane required 15 cc of oxygen for complete combustion and carbon dioxide produced by burning is 10 cc. Calculate the proportion of each gas in the mixture (all the gases are measured at the same temperature and pressure)

[Ans  $H_2=5$  cc  $CO=5$  cc  $CH_4=5$  cc]

১৭। ১৫ ঘন সেন্টিমিটার হাইড্রোজেন কার্বন মনোক্সাইড এবং মিথেনের একটি মিশ্রণকে পোড়াইতে ১৫ ঘন সেন্টিমিটার অক্সিজেন প্রয়োজন হইল এবং উৎপন্ন কার্বন ডাই অক্সাইডের পরিমাণ হইল ১০ ঘন সেন্টিমিটার। উৎপাদকগুলি মিশ্রণে কি অনুপাতে ছিল তাহা নির্ণয় কর (গ্যাসগুলি একই উষ্ণতায় ও চাপে পরিমাপ করা হইয়াছে)।

[উত্তর  $H_2=৫$  ঘন সেন্টিমিটার  $CO=৫$  ঘন সেন্টিমিটার  $CH_4=৫$  ঘন সেন্টিমিটার]

18 20 cc of a gaseous hydrocarbon was mixed with excess of oxygen and the mixture exploded. On cooling the immediate contraction was found to be 80 cc. Another diminution in volume of 40 cc



was observed by treating the residual gas with solid KOH. What is the formula for the hydrocarbon? (All the volumes are measured under the same conditions of temperature and pressure)

*Ans* It can be proved that immediate contraction on explosion = volume of hydrocarbon taken

+ the volume of oxygen used up in combination with carbon and hydrogen of the hydrocarbon - the volume of carbon dioxide produced

Here immediate contraction = 30 c.c. and volume of carbon dioxide produced = 40 c.c. because solid caustic potash absorbs only carbon dioxide

Therefore  $30 = 20 + \text{volume of oxygen used} - 40$

$$\begin{aligned}\text{Oxygen used up for oxidation} \\ &= (30 + 40 - 20) \text{ c.c.} \\ &= 50 \text{ c.c.}\end{aligned}$$

Now the volume of oxygen used in the production of carbon dioxide is the same as the volume of carbon dioxide produced since carbon dioxide contains its own volume of oxygen

Thus 40 c.c. of oxygen has been used up to produce 40 c.c. of carbon dioxide. The remaining  $(50 - 40)$  or 10 c.c. of oxygen has gone to combine with the hydrogen of hydrocarbon. Now we know that one volume of oxygen combines with two volumes of hydrogen to produce water. Hence 10 c.c. of oxygen combine with 20 c.c. of hydrogen. And these 20 c.c. of hydrogen have come from 20 c.c. of the hydrocarbon. Hence 1 volume of the hydrocarbon contains 1 volume of hydrogen. Let  $n$  be the number of molecules in 1 volume of the hydrogen. Hence according to Avogadro's hypothesis  $n$  molecules of hydrocarbon contain  $n$  molecules of hydrogen

1 molecule of the hydrocarbon contains 1 molecule of hydrogen

But hydrogen molecule is diatomic (deduction from Avogadro's hypothesis)

1 molecule of hydrogen contains two atoms of hydrogen

the formula for the hydrocarbon is  $C_xH_x$ , where  $x$  is an integer

*To determine  $x$  —*

20 c.c. of the hydrocarbon on combustion give rise to 40 c.c. of carbon dioxide

Therefore 1 volume of hydrocarbon produces 2 volumes of carbon dioxide on combustion

Let each volume of the gas contain  $n$  molecules

$n$  molecules of the hydrocarbon give rise to  $2n$  molecules of carbon dioxide on combustion

1 molecule of hydrocarbon produces 2 molecules of carbon dioxide on combustion

Now each molecule of carbon dioxide contains one atom of carbon

Therefore two molecules of carbon dioxide contain two atoms of carbon And these two atoms of carbon must have come from 1 molecule of the hydrocarbon

$x = 2$  and the formula for the hydrocarbon is  $C_2H_4$

১৮। একটি গ্যাসীয় হাইড্রোকার্বন ২০ ঘন সেন্টিমিটার লইয়া তাহার সহিত অধিক পরিমাণে অক্সিজেন মিশাইয়া বিস্ফোবিত করা হইল। গ্যাসের মিশ্রাট ঠাণ্ডা হইলে দেখা গেল যে তাহার আয়তন ৩০ ঘন সেন্টিমিটার কমিয়া গিয়াছে। কঠিক পটাসের দ্বারা শোষণের ফলে অক্সিজেন আবণ্ড ৪০ ঘন সেন্টিমিটার কমিয়া গেল। হাইড্রোকার্বনটির আণবিক সংকেত কি হইবে (আয়তনগুলি একই উষ্ণতায় ও চাপে পরিমাপ করা হইয়াছে।)

উত্তর—ইহা প্রমাণ করা যায় যে বিস্ফোবনের অব্যবহিত পরে সংকোচনের পরিমাণ = হাইড্রোকার্বনের আয়তন + কার্বন ও হাইড্রোজেনের জারণের জন্য ব্যবহৃত অক্সিজেনের আয়তন - উৎপন্ন কার্বন ডাই অক্সাইডের আয়তন।

এখানে বিস্ফোবনের অব্যবহিত পরে সংকোচন = ৩০ ঘন সেন্টিমিটার

এবং উৎপন্ন কার্বন ডাই অক্সাইডের আয়তন = ৪ ঘন সেন্টিমিটার কারণ কঠিক পটাস দ্বারা এক গ্রাম কার্বন ৮৫ গ্রাম হাইড্রোজেন শোষিত হয়।

অতএব  $x = ২০ + কার্বন এবং হাইড্রোজেনের জারণের জন্য ব্যবহৃত অক্সিজেনের আয়তন - ৪$

$$জব। ব্যবহৃত অক্সিজেনের আয়তন = (৩০ + ৪০ - ২) \text{ ঘন সেন্টিমিটার} \\ = ৫০ \text{ ঘন সেন্টিমিটার}$$

এক্ষেপে কার্বন ডাই অক্সাইডের আয়তন তাহার উৎপাদন যে অক্সিজেন ব্যবহৃত হইয়াছে তাহার আয়তনের সমান।

অতএব ৪ ঘন সেন্টিমিটার কার্বন ডাই অক্সাইডের উৎপাদন সম্পন্ন করিতে ৪০ ঘন সেন্টিমিটার অক্সিজেন ব্যয়িত হইয়াছে। বাকী (৫০—৪০) অথবা ১০ ঘন সেন্টিমিটার অক্সিজেন হাইড্রোকার্বনের হাইড্রোজেনকে জ্বালিত করিতে ব্যয়িত হইয়াছে। আমরা জান যে এক আয়তন অক্সিজেন দুই আয়তন হাইড্রোজেনের সহিত সংযুক্ত হইয়া জল উৎপাদন করে। অতএব ১০ ঘন সেন্টিমিটার অক্সিজেন ২০ ঘন সেন্টিমিটার হাইড্রোজেনের সহিত

সংযুক্ত হইয়াছে। এই ২০ ঘন সেন্টিমিটার হাইড্রোজেন ২০ ঘন সেন্টিমিটার হাইড্রোকার্বন হইতে আসিয়াছে।

অতএব ১ আয়তন হাইড্রোকার্বনে ১ আয়তন হাইড্রোজেন আছে। বরা যাউক যে ১ আয়তন হাইড্রোকার্বনে তাহার  $n$  অণু বিद्यমান আছে।

অতএব অ্যাক্সোগাড়ো প্রকল্প অনুসারে  $n$  অণু হাইড্রোকার্বনে  $n$  অণু হাইড্রো জেন আছে।

১ অণু হাইড্রোকার্বনে ১ অণু হাইড্রোজেন আছে। কিন্তু হাইড্রোজেন অণু দ্বি পবমাণুক (অ্যাক্সোগাড়ো প্রকল্পেব অনুসিদ্ধান্ত)

১ অণু হাইড্রোকার্বনে ২ পবমাণু হাইড্রোজেন আছে।

হাইড্রোকার্বনের অণুর স ক্রতে হইবে  $C H_2$  এবং  $x$  একটি পূর্ণসংখ্যা।

$x$  বাহির কবিবাব প্রণালী —

২০ ঘন সেন্টিমিটার হাইড্রোকার্বন হইতে ৪০ ঘন সেন্টিমিটার কার্বন ডাই অক্সাইড উৎপন্ন হইতেছে।

অতএব ১ আয়তন হাইড্রোকার্বন ২ আয়তন কার্বন ডাই অক্সাইড দেয়।

বরা যাউক যে প্রতি আয়তন গ্যাসে উক্ত গ্যাসেব  $n$  অণু বিद्यমান।

$n$  অণু হাইড্রোকার্বন হইতে  $২n$  অণু কার্বন ডাই অক্সাইড পাওয়া যায়।

৪ অণু হাইড্রোকার্বন হইতে ২ অণু কার্বন ডাই অক্সাইড পাওয়া যায়।

এক্ষণে কার্বন ডাই অক্সাইডের প্রতি অণুতে ১ পবমাণু কার্বন বিद्यমান।

২ অণু কার্বন ডাই অক্সাইডে ২ পবমাণু কার্বন আছে এবং এই দুই পবমাণু কার্বন

১ অণু হাইড্রোকার্বন হইতে আসিয়াছে।

$x = ২$  এবং হাইড্রোকার্বনের সংকেত হইল  $C_2H_2$ ।

19 10 c c of gaseous hydrocarbon is mixed with 25 c c of oxygen and exploded by passing electric sparks After cooling a contraction of 15 c c is noticed After treatment with solid KOH a further contraction of 10 c c is found to take place and a little oxygen is left over If the density of the hydrocarbon be 8 find the molecular formula of the hydrocarbon (the volumes are all measured under the same conditions of temperature and pressure) [Ans  $CH_4$ ]

১৯। কোনও গ্যাসীয় হাইড্রোকার্বনের ১০ ঘন সেন্টিমিটার লইয়া তাহার সহিত ২৫ ঘন সেন্টিমিটার অক্সিজেন মিশ্রিত করা হইল। মিশ্রণটিতে বিদ্যুৎস্পন্দন কবিন্না বিস্ফোরণ সংঘটিত করার পর ঠাণ্ডা হইলে দেখা গেল যে মিশ্রণটি ১৫ ঘন সেন্টিমিটার পরিমাণ সংকুচিত হইয়াছে। পরে কল্ট্রিক পটাস যোগ করিলে আরও ১০ ঘন সেন্টিমিটার সংকোচন ঘটে এবং কিছু

অক্সিজেন অবশিষ্ট পড়িয়া থাকে। হাইড্রোকার্বনটির বাষ্পীয় ঘনত্ব ৮ হইলে উহার আণবিক সংকেত কি হইবে? (আয়তনগুলির একই উষ্ণতায় ও চাপে পরিমাপ করা হইয়াছে।)

[উত্তর  $\text{CH}_4$ ]

20 20 c c of a gaseous hydrocarbon is mixed with 250 c c air and the mixture exploded by electric sparks. On cooling the contraction is found to be 40 c c. When treated with caustic potash a further contraction of 20 c c is noticed. What is the molecular formula of the hydrocarbon? (The volumes are all measured under the same conditions of temperature and pressure) [Ans  $\text{CH}_4$ ]

২০। কোনও গাসীয় হাইড্রোকার্বনের ২০ ঘন সেন্টিমিটার লইয়া তাহার সহিত ২৫০ ঘন সেন্টিমিটার বায়ু মিশ্রিত করা হইল। এই মিশ্রণে বিদ্যুৎস্পন্দন দ্বারা বিস্ফোরণ ঘটাইয়া ঠাণ্ডা করিলে দেখা গেল যে মিশ্রণের ৪০ ঘন সেন্টিমিটার সংকোচন সংঘটিত হইয়াছে। পবে কষ্টিক পটাস (KOH) যোগ করিয়া আবশ্য ২০ ঘন সেন্টিমিটার সংকোচন হইল। হাইড্রোকার্বনটির আণবিক সংকেত কি? (আয়তনগুলি একই উষ্ণতায় ও চাপে পরিমাপ করা হইয়াছে।)

[উত্তর  $\text{CH}_4$ ]

21 A mixture of methane carbon monoxide and nitrogen is taken. Calculate the volumetric composition of the mixture from the following data —

Volume of the mixture	= 60 c c
Volume of oxygen added	= 42 c c
Volume after explosion (with cooling)	= 96 c c
Volume after cooling	= 66 c c
Volume after treatment with KOH	= 39 c c

(All the volumes are measured under the same conditions of temperature and pressure)

[Ans  $\text{CH}_4$ —15 c c  $\text{CO}$ —12 c c  $\text{N}_2$ —33 c c]

২১। মিথেন কার্বন মনোক্সাইড এবং নাইট্রোজেনের একটি মিশ্রণ লওয়া হইল। নিম্নলিখিত আয়তনিক বিবরণ হইতে গ্যাস মিশ্রণে প্রত্যেকটি উৎপাদনের পরিমাণ নির্ণয় কর

মিশ্রণের আয়তন	= ৬০ ঘন সেন্টিমিটার
অক্সিজেনে যাহা যোগ করা হইল	= ৪২
বিস্ফোরণ ঘটানর পবে (ঠাণ্ডা না করিয়া) অবশিষ্ট গ্যাসের আয়তন	= ৯৬
ঠাণ্ডা করিবাব পবে আয়তন	= ৬৬
কষ্টিক পটাস যোগ করিবাব পবে আয়তন	= ৩৯

(সমস্ত আয়তনগুলি একই উষ্ণতায় ও চাপে স্থিতিকৃত হইয়াছে।)

(উত্তর মিথেন—১৫ ঘন সেন্টিমিটার

কার্বন মনোক্সাইড—১২,

নাইট্রোজেন —৩৩

22 Oxygen obtained by heating 12.25 gms of potassium chlorate is passed over 5.00 gms of pure dry and heated carbon. A part of the carbon burns to carbon dioxide. What is the volume of this  $\text{CO}_2$  formed at  $27^\circ\text{C}$  and 75 cm and what is the weight of residual carbon?  $[\text{K}=39 \text{ Cl}=35.5 \text{ O}=16]$

[Higher Secondary West Bengal 1963]

২২। ১২.২৫ গ্রাম পটাশিয়াম ক্লোরেটকে উত্তপ্ত কার্বন যার অক্সিজেন পাওয়া যায় তাহ ৫ গ্রাম বিশুদ্ধ শুষ্ক এবং উত্তপ্ত কার্বনের উপর দিয়ে চালিত করা হয়। কার্বনের কিছুটা পুড়ে ক্রয়ন ডাই অক্সাইড হয়। এইভাবে পুন্ন কার্বন ডাই অক্সাইডের ২৭ সেন্টিমিটার উচ্চতায় এবং ৭৫ সেন্টিমিটার চাপে কত অ্যাকশন হইবে এবং অবশিষ্ট কার্বনের গুণন কত হইবে?

23 What volume of sulphuretted hydrogen measured at  $27^\circ\text{C}$  and 750 mm would precipitate the copper in a solution of 2 gms of  $\text{CuSO}_4$  in water? How much ferrous sulphide would give the requisite quantity of sulphuretted hydrogen?

[Atomic wt of Cu = 63.5 Atomic wt of Fe = 56]

[Higher Secondary West Bengal 1964]

২৩। ২ গ্রাম  $\text{CuSO}_4$  এর দ্রবণ হইতে কপারকে অধঃক্ষেপিত করিতে ২৭ সেন্টিমিটার উচ্চতায় এবং ৭৫০ মিলিটার চাপে কত অ্যাকশন সলফিউরেটেড হাইড্রোজেন প্রয়োজন হইবে? কি পরিমাণ ফেরাস সলফাইড হইতে উক্ত পরিমাণ সলফিউরেটেড হাইড্রোজেন পাওয়া যাইবে?

[কপারের পারমাণবিক গুণন = ৬৩.৫

অ্যাকশনের = ৫৬]

-----

## ক্লোরিন ও ইহাৰ যোগ

### ( Chlorine and its Compounds )

#### (ক) সোডিয়াম ক্লোরাইড

#### ( Sodium Chloride )

সোডিয়াম ক্লোরাইড হইল সাধারণ লবণ এব খাদ্য লবণ ( Table Salt ) হিসাবে ইহা ব্যবহৃত হয় । খাদ্যত্ব ইহা একটি অপরিহার্য উপাদান ।

সাধারণ লবণ বা সোডিয়াম ক্লোরাইড প্রকৃতিতে প্রচুর পৰিমাণে পাওয়া যায় । সমুদ্রজলে তৌলিক হিসাবে প্রায় শতকবা ২৭ ভাগ সোডিয়াম ক্লোরাইড আছে । ইহা ছাড়া লবণেব খুনি হইতেও প্রচুর সোডিয়াম ক্লোরাইড পাওয়া যায় । আমাদের দেশে যে সৈন্ধব লবণ ব্যবহৃত হয় তাহা খনি হইতে প্রাপ্ত লবণ । ই লগে জামাগীতে অট্রিয়াম ও গোল্যাণ্ডে বিশাল লবণেব খনি আছে । অনেক স্থলে লবণ হুদেব অ শবিশেষ বিস্তৃত ইয়া লবণের স্তূপেব স্থষ্টি কবিয়াছে । গ্যালিসিয়ায় এইরূপে উৎপন্ন বিশাল লবণ স্তূপ ( ১২০০ ফিট পুক এব ১০০০০ বৰ্গমাইল দীৰ্ঘ ) দেখিতে পাওয়া যায় ।

ভারতবর্ষে খাদ্য লবণের অবিকা শই সমুদ্র জল হইতে তৈয়ারী করা হয় । তবে কিছু খনিজ লবণও খেওড়া ও কলাবাগের লবণখনি হইতে আসে ।

খাদ্যলবণ প্রাপ্তি —(ক) সমুদ্র জল হইতে সাবাবণত দুই উপায়ে সমুদ্রজল হইতে জল অপসারণ কৰিয়া লবণ স গ্রহ করা হয় । গ্রীষ্মপ্রধান দেশে স্বৰ্য্যতাপে জলকে বাষ্পীভূত কৰিয়া অপসারণ কৰিলে লবণেব দ্রবণ গাঢ় হয় এব ক্রমশ লবণ কেলাসিত হইয়া থাকে আব শীতপ্রধান দেশে অতি শৈত্যে জল বরফে পরিণত কৰিয়া অপসাবিত কৰিলে লবণেব গাঢ় দ্রবণ পাওয়া যায় এব তাহা হইতে সহজেই লবণ কেলাসিত হইয়া থাকে । গ্রীষ্মপ্রধান দেশে সমুদ্রের ধারে অগভীর বৃহৎ পুকুর ( Salterns বা meadows ) কাটিয়া সমুদ্র জলে উহা ভৰ্তি করা হয় । স্বৰ্য্যকিরণেব উত্তাপে এব সমুদ্রের বায়ুপ্রবাহে উহার জল বাষ্পীভূত হইয়া উপিয়া যায় এব দ্রবণটি যখন যথেষ্ট পরিমাণ গাঢ় হয় তখন উহা হইতে সোডিয়াম ক্লোরাইড কেলাসিত হয় , উক্ত সোডিয়াম ক্লোরাইড স গ্রহ

করিয়া খাণ্ড-লবণ হিসাবে ব্যবহার করা হয়। খাণ্ড লবণ সংগ্রহ করার পরে যে শেষদ্রব (mother liquor) পড়িয়া থাকে তাহাকে “বিটার্ন” (Bittern) বলে এবং উহা হইতে ম্যাগনেসিয়াম ব্রোমিন প্রভৃতি নিষ্কাশন করা হয়।

শীতপ্রধান দেশে স্বর্ষতাপের প্রাচুর্য ও তীব্রতা অনেক কম সেই কারণে সমুদ্রজল স্বর্ষতাপে গাঢ় করা সুকঠিন। এইজন্য শীতপ্রধান দেশসমূহে বিশেষত হিমমণ্ডলের নিকটস্থ দেশসকলে শৈত্যপ্রয়োগে সমুদ্রজলকে আ শিকভাবে ববক্ষে পরিবর্তিত করিয়া পৃথক করা যায়। ইহাতে সমুদ্রজল হইতে লবণের গাঢ় দ্রবণ উৎপন্ন হয়। পরে বৃহৎ কটাতে গাঢ় দ্রবণ লইয়া উত্তাপপ্রয়োগে উহাকে আরও ঘনীভূত করা হয়। এইভাবে স পুরু দ্রবণে সমুদ্রজল পরিবর্তিত হইলে উহাকে শীতল করিলে খাণ্ড লবণ কেলাসিত হইতে আরম্ভ হয় এবং তখন উহা সংগ্রহ করা হয়।

জার্মানিতে উচ্চ স্থানে মাচা বাঁধিয়া তাহাতে গাছের ডালপালা সাজান হয়। তাহার পর পাম্প (pump) দ্বারা সমুদ্রজল সেই মাচার উপর ফোয়ারার আকারে ঢালা হয়। সেখানে যথেষ্ট বায়ুপ্রবাহ থাকার ফলে জল বাষ্পাকারে উপিয়া যায় এবং গাছের পাতার উপর লবণ কেলাসিত হয়। সেই কেলাসিত লবণ পাতা হইতে সংগ্রহ করা হয়।

(খ) খনি হইতে অনেক স্থলে এনি হইতে লবণের চাপ (block) কাটিয়া উত্তোলন করা হয়। আবার অনেক খনিতে গভীর গর্ত খনন করিয়া পাম্পের (pump) সাহায্যে জল ঢালিয়া দেওয়া হয়। লব। জলে দ্রবীভূত হয় এবং লবণের গাঢ় দ্রবণ উৎপন্ন হয়। এই গাঢ় লবণের দ্রবণকে পাম্প দিয়া উপরে তুলিয়া আনিয়া কড়াই এ (pan) বাষ্পীভূত করিয়া জল তাড়াইলে লবণ কেলাসিত হয়। অনেক কারখানায় কম চাপ (under reduced pressure) লবণের দ্রবণকে বাষ্পীভূত করিয়া জল তাড়ান হয়।

বাজারের সাধারণ লবণের অন্তর্ভুক্তি সাধারণ লবণে ক্যালসিয়াম ক্লোরাইড ( $\text{CaCl}_2$ ) ম্যাগনেসিয়াম ক্লোরাইড ( $\text{MgCl}_2$ ) ম্যাগনেসিয়াম সলফেট ( $\text{MgSO}_4$ ), ক্যালসিয়াম সলফেট ( $\text{CaSO}_4$ ) এবং সোডিয়াম সলফেট ( $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ) প্রভৃতি অন্তর্ভুক্ত থাকে। ইহাদের মধ্যে ক্যালসিয়াম ও ম্যাগনেসিয়াম ক্লোরাইড থাকার ফলে বাজারের সোডিয়াম ক্লোরাইড উদ্‌গ্রাহী (deliquescent) হয়। বিশুদ্ধ সোডিয়াম ক্লোরাইড উদ্‌গ্রাহী নহে।

**বিশুদ্ধ সোডিয়াম ক্লোরাইডের প্রস্তুতি** (ক) বিশুদ্ধ খাতব সোডিয়াম  
বিশুদ্ধ ক্লোরিন গ্যাসে উত্তপ্ত করিলে বিশুদ্ধ সোডিয়াম ক্লোরাইড উৎপন্ন হয়



(খ) বাজারের লবণ হইতে বিশুদ্ধ সোডিয়াম ক্লোরাইড প্রস্তুত করিতে হইলে প্রথমে জলে লবণের স পৃষ্ঠ (saturated) দ্রবণ প্রস্তুত করা হয়। তাহার পর উক্ত দ্রবণ পরিশ্রাবণ করিয়া পরিশ্রবণের ভিতর দিয়া হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড গ্যাস অতিক্রম করান হয়। তখন বিশুদ্ধ সোডিয়াম ক্লোরাইডের সাদা স্ফটিক অধঃক্ষিপ্ত হয়। ক্যালসিয়াম ক্লোরাইড ম্যাগনেসিয়াম ক্লোরাইড প্রভৃতি অশুদ্ধ দ্রবণে থাকিয়া যায়। অধঃক্ষিপ্ত সোডিয়াম ক্লোরাইডকে পরিশ্রাবণ দ্বারা পৃথক করিয়া ফিল্টার কাগজেব উপবিস্থিত অবশেষকে (residue) বিশুদ্ধ গাঢ় হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড দিয়া ধৌত করা হয়। তাহার পর সোডিয়াম ক্লোরাইডকে প্লাটিনামখর্পরে তীব্রভাবে উত্তপ্ত করিলে বিশুদ্ধ সোডিয়াম ক্লোরাইড পাওয়া যায়।

**সোডিয়াম ক্লোরাইডের ধর্ম** বিশুদ্ধ সোডিয়াম ক্লোরাইড স্বচ্ছ বর্ণহীন স্ফটিকাকার কঠিন পদার্থ। ইহা ৪৮৬ সেন্টিগ্রেডে গলে। ইহা জলে দ্রবণীয়। ১৫ সেন্টিগ্রেডে ১০০ গ্রাম জলে ৩৫.৮ গ্রাম লবণ দ্রবীভূত হয়। উষ্ণতা বৃদ্ধি করিলে দ্রবণের দ্রাব্যতা অতি সামান্যই বৃদ্ধিপ্রাপ্ত হয় (‘‘রসায়নের গোস্তার কথা’’ প্রথম ভাগ চতুর্থ সঙ্কলন পৃ. ১২৭ চিত্র নং ২৭ দেখ)। সাধারণ খাত লবণ বাতাসে রাখিয়া দিলে উহা বায়ু হইতে জল আকর্ষণ করিয়া গলিয়া যায়। কিন্তু বিশুদ্ধ সোডিয়াম ক্লোরাইড উদগ্রাহী নহে। সাধারণ খাত লবণে ক্যালসিয়াম ক্লোরাইড ও ম্যাগনেসিয়াম ক্লোরাইড অশুদ্ধি থাকে বলিয়া উহা জল আকর্ষণ করে।

সোডিয়াম ক্লোরাইডে গাঢ় সলফিউরিক অ্যাসিড যোগ করিলে হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড উৎপন্ন হয় এবং উত্তাপদ্বারা নিম্নলিখিত সমীকরণ অনুসারে হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড পুরাপুরিভাবে সোডিয়াম ক্লোরাইডের বিয়োজন হইতে উৎপন্ন হয়



সোডিয়াম ক্লোরাইডের দ্রবণে সিলভার নাইট্রেট যোগ করিলে দ্বিপরিবর্ত ক্রিয়া (double decomposition) দ্বারা সিলভার ক্লোরাইডের সাদা অধঃক্ষেপ এবং দ্রবণে সোডিয়াম নাইট্রেট উৎপন্ন হয়।





**সোডিয়াম ক্লোরাইডের ব্যবহার** (১) খাদ্য লবণ হিসাবেই ইহা প্রধানত ব্যবহৃত হইয়া থাকে। ইহা খাদ্যে আশ্বাদ (flavour) প্রদান করে এবং খাদ্য হজম করিতে সাহায্য করে। ইহা রক্তের উপাদান হিসাবে জীবদেহে দেখিতে পাওয়া যায়। (২) ইহা নানাপ্রকার শিল্পে ব্যবহৃত হয়। মাটি পোড়াইয়া যে পাইপ (pipe) তৈয়াবী হয় তাহাব উজ্জ্বলতা (glaze) সম্পাদন করিতে সোডিয়াম ক্লোরাইড ব্যবহৃত হয়। (৩) শীতপ্রধান দেশের রাস্তায় জমা বরফ গলাইতে ইহা ব্যবহৃত হয়। লবণ বরফের উপর ছিটাইয়া দিলে বরফের হিমাঙ্ক কমিয়া যায় এবং তাহা ০ সেন্টিগ্রেডের নিম্ন উষ্ণতায় গলিয়া যায়। (৪) হাইড্রো ক্লোরিক অ্যাসিড কষ্টিক সোডা ধাতব সোডিয়াম সোডিয়াম কার্বনেট সোডিয়াম সলফেট ক্লোরিন প্রভৃতি প্রাযুক্তিক বাসায়নিক দ্রব্য প্রস্তুত করিতে সোডিয়াম ক্লোরাইড অনেকাংশে ব্যবহৃত হয়।

### হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড বা হাইড্রোজেন ক্লোরাইড

( Hydrochloric Acid or Hydrogen Chloride )

স কেত  $HCl$

আণবিক ওজন 36.5

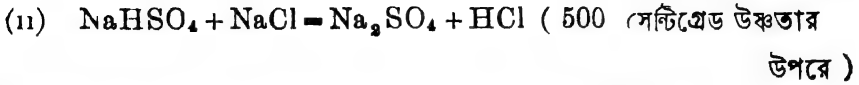
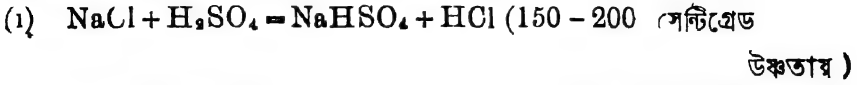
বাষ্পায় ঘনত্ব 18.25

হাইড্রোজেন ও ক্লোরিন বাসায়নিকভাবে যুক্ত হইয়া একটিমাত্র যৌগ পদার্থ উৎপাদন করে। স্বাভাবিক উষ্ণতায় এই যৌগটি একটি গ্যাসরূপে পাওয়া যায়। গ্যাসী অবস্থায় ইহাকে হাইড্রোজেন ক্লোরাইড বা হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড গ্যাস বলে। ইহা অল্প জ্বালান এবং জলে অদ্রবণীয়। জলেব দ্রবণকে হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড বলে।

**অবস্থান** আশ্বিনাশ্রিত অধঃপাত সময়ে উদ্ভূত গ্যাসে হাইড্রোজেন ক্লোরাইড সময় সময় দৃশ্য হয়। আন্ত্রিক (Gastric) রসে হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড শতকরা ০.২—০.৪ ভাগ বর্তমান দেখিতে পাওয়া যায়। কুকুরের আন্ত্রিক রসে একবার ৩ ভাগ পর্যন্ত হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড দেখিতে পাওয়া যায়।

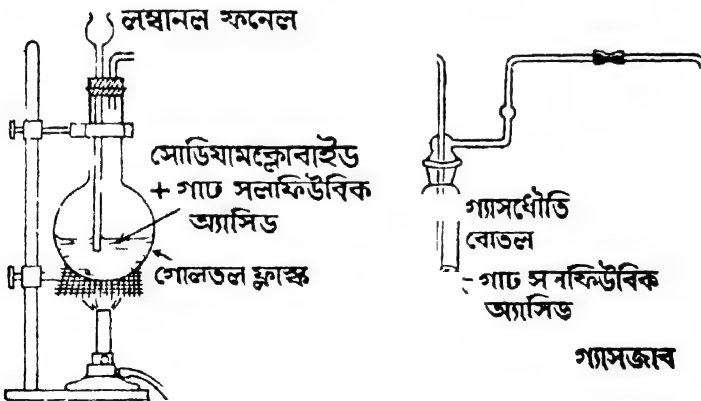
**প্রস্তুতি** সাধারণ লবণের সহিত ঘন সলফিউরিক অ্যাসিড যোগ করিলে হাইড্রোজেন ক্লোরাইডের ধোয়া উৎপন্ন হয়। মিশ্রকে উত্তপ্ত করিলে হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড গ্যাস সমগ্রভাবে নির্গত হয়। সামান্য উত্তাপে এই বিক্রিয়ায় সোডিয়াম বাই সলফেট এবং হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড গ্যাস উৎপন্ন

হয়। উক্ত তাপে ( 500 সেন্টিগ্রেড উষ্ণতার উপর ) সোডিয়াম সলফেট উৎপন্ন হয় ও হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড গ্যাস সম্পূর্ণরূপে উদ্ভূত হয়।



পরীক্ষাগারে যে তাপ প্রয়োগ করা হয় তাহাতে বিক্রিয়া (1) অনুসারে হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড গ্যাস উদ্ভূত হয়।

পরীক্ষাগার পদ্ধতি ক্রাস্কে একটি দীর্ঘনল ফানেল ও নির্গমনল ক্রাস্কেব মুখে লাগানো ককেব ভিতর দিয়া লাগান হয়। ক্রাস্কে কিছু সাধারণ লবণ লওয়া হয়। দীর্ঘনল ফানেলের মধ্য দিয়া লবণের উপর গাঢ় সলফিউরিক অ্যাসিড একরূপভাবে ঢালা হয় যাহাতে ফানেলের শেষ প্রান্ত অ্যাসিডে ডুবিয়া থাকে। অ্যাসিড যোগ করা মাত্র হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড গ্যাসের সাদা ধোয়া নির্গমনল দ্বারা বাহিব হইয়া আসে। ক্রাস্কটিকে এই অবস্থায় তারজালির উপর বাধিয়া বুনসেন দীপ দ্বারা অল্পতাপে উত্তপ্ত করা হয়। বর্ণহীন হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড গ্যাস নির্গমনল দিয়া বাহিব হইয়া থাকে। বাহিরের আর্দ্র



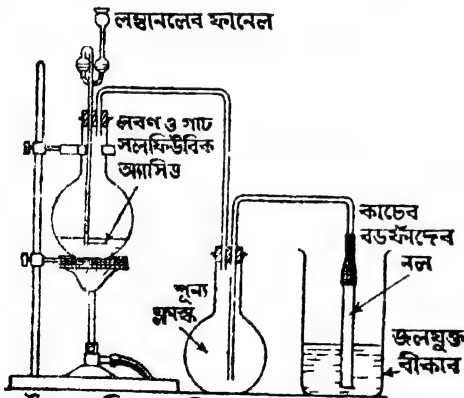
চিত্র নং 35

বায়ুর সংস্পর্শে আসিয়া ইহা সাদা ধোয়া উৎপন্ন করে। যেহেতু গ্যাসটি জলে অত্যধিক দ্রবণীয়, তাই জল অপসারণ দ্বারা এই গ্যাসটি সংগ্রহ করা যায় না।

গ্যাসটি বায়ু অপেক্ষা ভারী বলিয়া গ্যাসজারে বায়ুর উর্ধ্বঅপত্র শ দ্বারা ইহা স গ্রহ করা হয়। গ্যাসজার হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড গ্যাস দ্বারা ভর্তি হইল কিনা দেখিবাব জন্য একটি কাচদণ্ড অ্যামোনিয়ায় ডুবাইয়া গ্যাসজারের মুখে ধরা হয়। যখন ঘন সাদা ধোয়া দেখা যাইবে তখন বুঝিতে হইবে যে গ্যাসজার হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড গ্যাস দ্বারা ভর্তি হইয়াছে। শুষ্ক হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড গ্যাস স গ্রহ করিতে হইলে উদ্ভূত গ্যাসকে-গ্যাস ধৌত করিবার বোতলে গাঢ় সলফিউরিক অ্যাসি বাখিয়া উক্ত অ্যাসিডের ভিতর দিয়া চালনা করা হয় এবং তাহার পর হয় পারদেব অপত্র শ দ্বারা অথবা বায়ুর উর্ধ্ব অপসারণ দ্বারা শুষ্ক গ্যাসজারে ভর্তি করা হয়। শুষ্ক হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড গ্যাস স গ্রহ করিবার পদ্ধতি ছবিতে দেখানো হইয়াছে।

হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড গ্যাসের জলীয় দ্রবণ হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড গ্যাসকে হাইড্রোজেন ক্লোরাইড এবং জলে উক্ত গ্যাসের দ্রবণকে হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড বলে। বাজারে দ্রবণটিই কিনিতে পাওয়া যায়। পরীক্ষাগারে গ্যাসের দ্রবণ তৈয়ারী করিতে নিম্নলিখিত পদ্ধতি অবলম্বন করা হয়।

উপরে নিখিত উপায়ে হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড গ্যাস প্রস্তুত করিয়া প্রথমে একটি খালি বোতল বা ফ্লাস্কের মধ্য দিয়া লওয়া হয়। সেইজন্য দ্বিতীয় ফ্লাস্কের



হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিডের দ্রবণ প্রস্তুত প্রণালী

চিত্র নং ৩৬

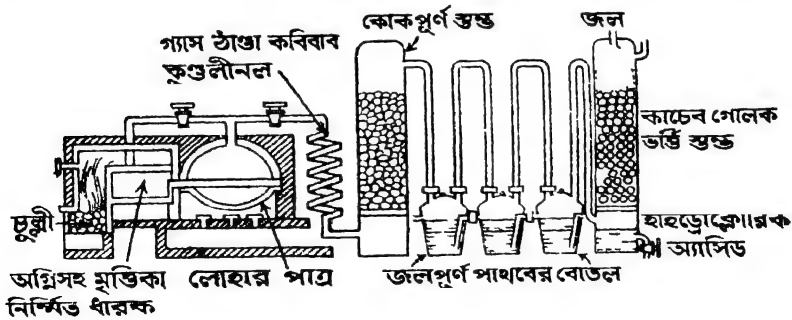
মুখে কক লাগাইয়া নির্গমনলটিকে ককেব ভিতর দিয়া সামান্যমাত্র প্রবেশ করান হয়। উক্ত কর্কের ভিতর দুই বার সমকোণে বাঁকানো একটি নল একপভাবে লাগানো হয় যে তাহার শেষপ্রান্ত ফ্লাস্কের তলদেশে পৌঁছায়। নলটির অন্য প্রান্তে রবারের নলের টুকরা লাগাইয়া তাহার অপর প্রান্তে একটি কাচের বড়

বীকারের নল লাগানো হয় এবং উহাকে বীকারস্থিত জলের ভিতর ডুবাইয়া দেওয়া হয়। হাইড্রোজেন ক্লোরাইড জলে অত্যধিক দ্রাব্য। যে পরিমাণ গ্যাস কোনও সময়ের ভিতর উৎপন্ন হয়, তাহা অপেক্ষা সেই সময়ের ভিতর বেশী পরিমাণ গ্যাস



জলে দ্রবীভূত হইয়া থাকে। তাহাতে যন্ত্রে গ্যাসের চাপ হ্রাসপ্রাপ্ত হয় এবং তখন নল দিয়া জল উঠিয়া ক্লাস্কের ভিতর প্রবেশ করিতে পারে। গরম গাট সলফিউরিক অ্যাসিডে জল লাগিলে ক্লাস্ক বিস্ফোরণ সহকারে ফাটিয়া যায়। সেই কারণে বড় কীদেব নল বা উন্টানো ফানেলের ভিতর দিয়া গ্যাসটিকে জলের ভিতর প্রবেশ করান হয়। তাহাতে জল নলেব ভিতর সামান্য দূর পর্যন্ত উঠিলেও ক্লাস্কের ভিতর যাইবার পূর্বে উত্তৃত গ্যাসের চাপে আবাব নামিয়া যায়। অধিক সতর্কতা অবলম্বন করিয়া মধ্যস্থলে খালি ক্লাস্কটি রাখা হয়। তাহাতে জল যদি নল দিয়া উঠিয়া আসে তাহা খালি ক্লাস্কে জমা হয় গরম গাট সলফিউরিক অ্যাসিডযুক্ত ক্লাস্কে যাইতে পারে না। এই ব্যবস্থাকে **Anti Suction device** বলে।

**হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিডের পণ্য উৎপাদন** (১) পবীক্ষাগারে রাসায়নিক প্রণালী প্রয়োগ কবিয়াই সাধারণ লবণ হইতে হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিডের পণ্য উৎপাদন সম্পন্ন করা হয়। সোডিয়াম কার্বনেটের পণ্য উৎপাদন সোডিয়াম ক্লোরাইড হইতে লেব্লাক (Leblanc) পদ্ধতিতে নিম্ন করিবার সময় প্রথম ধাপে সোডিয়াম ক্লোরাইডকে গাট সলফিউরিক অ্যাসিড দিয়া চুল্লীর উত্তাপে উত্তপ্ত করা হয়। বিক্রিয়াটি দুই পর্যায়ে নিম্ন কবা হয়। প্রথম পর্যায়ে চুল্লী হইতে দূর অবস্থিত ঢালাই লোহা কড়াই এ (Cast iron pan) সাধারণ



চিত্র ন ৩৭

লবণ ও গাট সলফিউরিক অ্যাসিডের মিশ্রণ লইয়া উত্তপ্ত গ্যাস দ্বারা প্রায় ২০০ সেণ্টিগ্রেড উষ্ণতার গরম করা হয়। দ্বিতীয় পর্যায়ে উক্ত মিশ্রণকে ঠেলিয়া চুল্লীর নিকটে অবস্থিত অগ্নিসহ মৃত্তিকা (fire clay) দ্বারা নির্মিত চতুর্কোণাকৃতি বাস্কে ফেলা হয় এবং আরও সাধারণ লবণ মিশ্রিত করিয়া চুল্লীর আগুনে ৪০০°

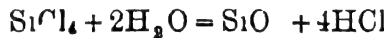
স্ট্রিগ্রেড উষ্ণতার উত্তপ্ত করা হয়। দুইটি পাত্রের উপর পাথরের ঢাকনি দেওয়া থাকে এবং উত্তপ্ত হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড গ্যাস নির্গমেব জন্ত পাথরের নির্গমনল লাগানো থাকে। প্রথম পর্যায়ে  $\text{NaCl} + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{NaHSO}_4 + \text{HCl}$  এই সমীকরণ অনুসারে বিক্রিয়া ঘটে। দ্বিতীয় পর্যায়ে  $\text{NaHSO}_4 + \text{NaCl} = \text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{HCl}$  এই সমীকরণ অনুসারে বিক্রিয়া হয়। দুইটি স্থান হইতে নির্গত হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড গ্যাসকে একটি কুণ্ডলী নলের ভিতর দিয়া অতিক্রম করানো হয়। তাহাতে উদ্ভূত গ্যাস শীতল হয়। তাহার পর শীতল গ্যাসকে একটি স্তম্ভে কোক পূর্ণ (tower filled with coke) কবিতা সেই কোকের ভিতর দিয়া অতিক্রম করানো হয়। এই প্রক্রিয়ায় গ্যাস হইতে ভাসমান ধূলিকণা ও অশুদ্ধ কঠিন পদার্থ অপসারিত হয় এবং গ্যাসটি পবিত্রত হয়। তৎপরে বড় বড় পাথরের (Stone ware) বোতলের মধ্য দিয়া গ্যাসকে চালনা করা হয়। বোতলগুলি উল্ফ (Woulf) বোতলের মত এবং তাহাদের অর্ধেকটা জলপূর্ণ করিয়া লওয়া হয়। এই জল শেষের বোতল হইতে সাইফন (siphon) ক্রিয়াব দ্বারা সামনের বোতলের দিকে আপনা হইতেই প্রবাহিত হয় এবং হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড গ্যাস দীর্ঘ নল দিয়া সামনের বোতল হইতে ক্রমশ শেষের বোতলে যায়। জলের এবং গ্যাসের এই বিপরীতমুখী প্রবাহ (counter current) প্রত্যেক বোতলের মধ্যে মিলিত হয় এবং তাহাতে উপযুক্ত পরিমাণ গ্যাস জলে দ্রবীভূত হয় এবং হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড উৎপন্ন হয়। তাহাতে যথেষ্ট পরিমাণ গ্যাস জলে দ্রবীভূত হইতে পারে তাহাব জন্ত বোতলগুলিকে শীতল জলে ডুবাইয়া ঠাণ্ডা করা হয়। তাহা না হইলে গ্যাসটি জলে দ্রবীভূত হইবার সময় যে তাপ উদ্ভূত হয় তাহাতে জলে দ্রবীভূত গ্যাসের পরিমাণ অনেক কমিয়া যাইবে। সর্বশেষ বোতল হইতে যে গ্যাস বাহির হয় তাহা একটি কাচের গোলক ভর্তি স্তম্ভে (tower filled with glass balls) প্রবেশ করিতে দেওয়া হয় এবং সেই স্তম্ভে এই স্তম্ভের উপর হইতে ঠাণ্ডা জলের প্রবাহ চালনা করা হয়। যে গ্যাস বোতলের জলে শোষিত না হইয়া বাহির হইয়া আসে তাহা এই স্তম্ভের জলের প্রবাহে দ্রবীভূত হয় এবং স্তম্ভের নীচে অবস্থিত আধারে পাতলা হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিডের দ্রবণ হিসাবে পাওয়া যায়।

এই দ্রবণই বাজারে পণ্য হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড (commercial Hydrochloric acid) হিসাবে বিক্রয় করা হয়। এই অ্যাসিড বোটেই বিত্তক নয়।

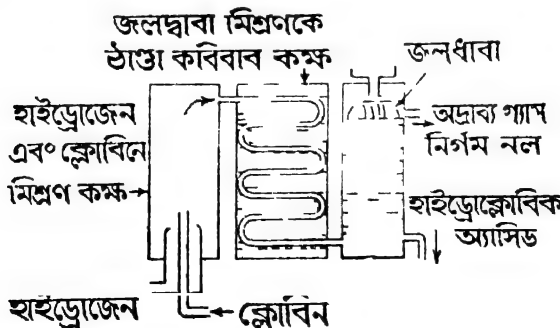
এই অ্যাসিডে সলফিউরিক অ্যাসিড সলফার ডাই অক্সাইড আর্সেনিক ক্লোরাইড, ফেরিক ক্লোরাইড প্রভৃতি অন্তর্নিহিত থাকে। ফেরিক ক্লোরাইড মিশ্রিত থাকার জন্য বাজারের পণ্য হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিডের বর্ণ হলদে হয়।

বাজারের হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিডে স্ট্যানস ক্লোরাইড যোগ করিয়া ফুটাইলে আর্সেনিকের বাদামী অধঃক্ষেপ পাওয়া যায়। তখন তবল হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিডের দ্রবণকে থিতাইয়া আস্রাবণ দ্বারা আর্সেনিকযুক্ত করা হয় পরে বেরিয়াম ক্লোরাইড যোগ করিয়া সলফিউরিক অ্যাসিডকে বেরিয়াম সলফেটের অধঃক্ষেপ হিসাবে অপসারিত করা হয় পরিশুদ্ধ অ্যাসিডকে তামার ছিবড়াসহ ফুটাইলে উদ্বায়ী ফেরিক ক্লোরাইড অম্লদায়ী ফেবাস ক্লোরাইডে পরিবর্তিত হয়। তখন পাতনক্রিয়া দ্বারা আংশিকভাবে বিশুদ্ধ (partially pure) হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড পাওয়া যায়। সম্পূর্ণ বিশুদ্ধ হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড পাইতে হইলে বিশুদ্ধ কার্ব ও বিশুদ্ধ সলফিউরিক অ্যাসিড ব্যবহার করিতে হয়। তখনও অ্যাসিডের ভিতর অতি সামান্য হাইড্রোজেন সলফাইড অন্তর্নিহিত থাকে।

অতিশুদ্ধ হাইড্রোজেন ক্লোরাইড পাইতে হইলে সিলিকন টেট্রাক্লোরাইড ও জলব বিক্রিয়া ঘটান হয়



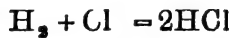
উৎপন্ন হাইড্রোজেন ক্লোরাইডকে শুদ্ধ মারকাবীর (mercury পারদ) উপর দিয়া অতিক্রম করাইয়া ক্লোরিনযুক্ত করা হয়।



চিত্র নং ৩৪

বর্তমানে সাংশ্লেষিক পদ্ধতি দ্বারা বিশুদ্ধ হাইড্রোজেন ক্লোরাইডের পণ্য

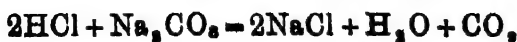
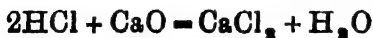
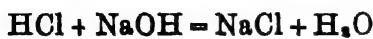
উৎপাদন সম্বন্ধিত হইতেছে। যেখানে সম্ভাব্য তড়িৎ সরবরাহ সম্ভব সেইখানে সোডিয়াম ক্লোরাইডের দ্রবণে তড়িৎ বিশ্লেষণ দ্বারা সোডিয়াম হাইড্রক্সাইড উৎপাদন করা হয় এবং ক্লোরিন গ্যাস ও হাইড্রোজেন গ্যাস উপজাত হিসাবে পাওয়া যায়। এই ক্লোরিন ও হাইড্রোজেন সম আয়তনে একটি সিলিকা দ্বারা নির্মিত উর্ধ্বমুখী নলের ভিতর চালনা করিয়া পোড়ানো হয়। তাহার ফলে হাইড্রোজেন ক্লোরাইড উৎপন্ন হয়।



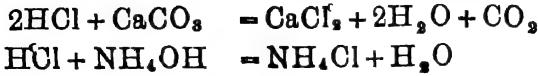
এই উৎপন্ন গ্যাসকে জলে অবস্থিত কুণ্ডলী নলের ভিতর দিয়া চালনা করিয়া শীতল করা হয় এবং শোষণ স্তম্ভে জলের দ্বারা দ্রবীভূত করা হয়। পরে প্রয়োজনানুসারে পাতন দ্বারা ঘন করিয়া বাজারে পাঠানো হয়। এই অ্যাসিড খুব বিপুল।

হাইড্রোজেন ক্লোরাইডের ধর্ম (i) হাইড্রোজেন ক্লোরাইড একটি বর্ণহীন শ্বাসবোধী ঝাঁঝালা গন্ধযুক্ত গ্যাস। (ii) এই গ্যাসটির গঠন স্থায়ী (stable)। (iii) গ্যাসটি বায়ু অপেক্ষা ভারী এবং (iv) জলে অতিমাত্রায় দ্রবণীয়। 15 সেন্টিগ্রেড উষ্ণতায় এক ঘন সেন্টিমিটার জলে 458 ঘন সেন্টিমিটার গ্যাস দ্রবীভূত হয়। অ্যামোনিয়ার মত “ফোয়ারা পরীক্ষা” দ্বারা ইহার দ্রাব্যতা ও অ্যাসিড ধর্ম (acid character) সহজেই দেখানো যাতে পারে। এই পুস্তকের ৩৫ পৃষ্ঠা পর্যন্ত একটি ক্লাসে হাইড্রোজেন ক্লোরাইড গ্যাস ভর্তি করা হয় এবং তাহার মুখে লাগানো কাচনলে যে রবারের নল লাগানো থাকে তাহা পিন্চ কক (pinch cock) দ্বারা বন্ধ করা হয়। নিয়ের বীজাবে নীল লিটমাসের দ্রবণ লওয়া হয় এবং ক্লাসটি উল্টাইয়া বন্ধ রবারের নলের মুখটি উক্ত দ্রবণে ডুবাইয়া দেওয়া হয়। পরে পিন্চ কক খুলিয়া দিয়া ক্লাসের মাথায় ইথার (ether) ঢালিয়া ঠাণ্ডা করিলে নীল লিটমাসের দ্রবণ ফোয়ারা আকারে ক্লাসের মধ্যে উঠে এবং নীল লিটমাসের দ্রবণ লাল হয়। (v) সিক্ত বাতাসের সংস্পর্শে আসিলে ইহা ধূমায়িত অবস্থায় আসে। ইহার কারণ এই যে জলীয় বাষ্পের সহিত ইহা হাইড্রো ক্লোরিক অ্যাসিডের অতি ছোট ছোট কঁোটা উৎপন্ন করে এবং তাহার ফলে ধোয়ার উৎপত্তি হয়। (vi) 15 সেন্টিগ্রেড উষ্ণতায় হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিডের সংপৃক্ত দ্রবণে মোট ওজনের শতকরা 48 ভাগ হাইড্রোজেন ক্লোরাইড থাকে এবং তাহার আপেক্ষিক ঘনত্ব 1.281 হয়। বাজারে যে ঘন হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড কিনিতে

পাওয়া যায় তাহাতে সমগ্র ওজনের শতকরা ৩৭ ভাগ হাইড্রোজেন ক্লোরাইড থাকে এবং তাহার আপেক্ষিক ঘনত্ব ১.২০ হয়। হাইড্রোজেন ক্লোরাইডের গাঢ় দ্রবণকে পাতিত করিতে প্রথমে হাইড্রোজেন ক্লোরাইড গ্যাসীয় অবস্থায় উড়িয়া যায় এবং দ্রবণটি পাতলা হইয়া যায়। আবার পাতলা হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিডকে পাতিত করিলে প্রথমে জল বাষ্পীভূত হইয়া উড়িয়া যায় এবং দ্রবণটি গাঢ় হয়। উভয় ক্ষেত্রেই ৭৬০ মিলিমিটার পারদের চাপে উষ্ণতা ১১০ সেন্টিগ্রেডে পৌঁছিলে মোট ওজনের শতকরা ২০.২৪ ভাগ হাইড্রোজেন ক্লোরাইডযুক্ত দ্রবণ সমগ্রভাবে পাতিত হয়। সেই কারণে সাধারণ চাপে পাতনক্রিয়াব সাহায্য দ্রবণ হইতে হাইড্রোজেন ক্লোরাইড গ্যাস সম্পূর্ণভাবে তাড়ানো যায় না এবং ২০.২৪% দ্রবণের অপেক্ষা গাঢ় হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড প্রস্তুত করা যায় না। এই দ্রবণকে নিত্য ফুটনাঙ্ক মিশ্রণ ( Constant boiling mixture ) বলে। ইহা যে মিশ্রণ মাত্র এবং হাইড্রোজেন ক্লোরাইড ও জলের যোগ নয় তাহা চাপ পরিবর্তনের সহিত ইহার ফুটনাঙ্কের পরিবর্তন এবং ইহার স্ফুটন পরিবর্তন হইতে প্রমাণিত হইয়াছে। (vii) গ্যাসীয় হাইড্রোজেন ক্লোরাইড সহজে তবল হয় তরলের ফুটনাঙ্ক—৪৫ সেন্টিগ্রেড। ইহাকে তরল বায়ুতে নিমজ্জিত নলের ভিতর দিয়া অতিক্রম করাইলে ইহা সাদা কেলসিত কঠিনে পরিবর্তিত হয়। সেই কঠিনের গলনাঙ্ক হইল—১১১.৪ সেন্টিগ্রেড। (viii) ইহা নিজে দাহ্য নহে এবং দহনের সহায়কও নহে। একটি হাইড্রোজেন ক্লোরাইডপূর্ণ গ্যাসজাবে একখণ্ড জলন্ত মোমবাতি প্রবেশ করাইলে বাতি নিভিয়া যায় এবং গ্যাসও জলে না (ix) ইহা অম্লজাতীয় যোগ এবং ইহার জলীয় দ্রবণ (হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড) তীব্রভাবে অম্লিক। উহা নীল লিটমাসকে লাল করে। ইহা জলে দ্রবীভূত অবস্থায় তড়িৎ বিশ্লিষ্ট ( dissociated ) হইয়া H - আয়ন এবং Cl - আয়ন দেয়।  $HCl \rightleftharpoons H^+ + Cl^-$ । ইহা এক স্বাবীয় ( monobasic ) অ্যাসিড। অ্যাসিডের ধর্মামুসারে ইহা সমস্ত ক্ষারজাতীয় বস্তু সহিত রাসায়নিক বিক্রিয়া করে এবং বিভিন্ন ধাতু ক্লোরাইড লবণ উৎপন্ন করে।

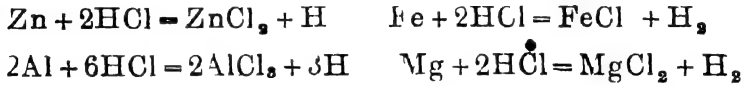






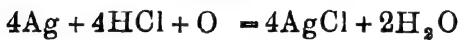
(x) অ্যামোনিয়া গ্যাসের সহিত হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড গ্যাস বা হাইড্রোজেন ক্লোরাইড যুক্ত হইয়া অ্যামোনিয়াম ক্লোরাইডে ঘন সাদা ধোয়া উৎপন্ন করে। সাদা ধোয়া পবে কঠিন অ্যামোনিয়াম ক্লোরাইডে পরিবর্তিত হয়। দুইটি গ্যাসীয় পদার্থেব বিক্রিয়ার ফল কঠিন পদার্থ উৎপাদিত হওয়ার ইহা একটি দৃষ্টান্ত।  $\text{NH}_3 + \text{HCl} = \text{NH}_4\text{Cl}$

(xi) হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড সোডিয়াম পটাসিয়াম জিক ম্যাগনেসিয়াম আয়রণ অ্যালুমিনিয়াম প্রভৃতি ধাতুকে দ্রবীভূত করে এবং হাইড্রোজেন গ্যাস ও ধাতব ক্লোরাইড উৎপন্ন হয়।



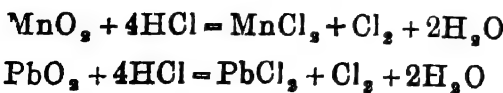
অনেক ধাতু হাইড্রোজেন ক্লোরাইডের সহিত বিক্রিয়া দ্বারা অনার্দ্র ক্লোরাইড উৎপন্ন করে। উত্তপ্ত অ্যালুমিনিয়ামের উপর দিয়া হাইড্রোজেন ক্লোরাইড অতিক্রম করাইলে অনার্দ্র অ্যালুমিনিয়াম ক্লোরাইড উৎপন্ন হইয়া উৎপাদিত হয়।

সিলভার গোল্ড, প্লাটিনাম ও মারকাবী প্রভৃতি বর ধাতুর (noble metals) উপর হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিডেব দ্রবণে বা গ্যাসীয় হাইড্রোজেন ক্লোরাইডের কোন ক্রিয়া নাই কিন্তু অক্সিজেন ও অ্যাসিড একত্রিত হইয়া ক্রিয়া করিলে সিলভার হইতে সিলভার ক্লোরাইড (জলে অদ্রব্য) উৎপন্ন হয়।



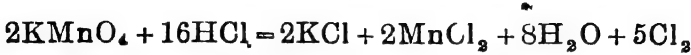
কপার ও লেড গাঢ় ও উত্তপ্ত হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড দ্বারা আক্রান্ত হয় এবং কিউপ্রাস ক্লোরাইড ও লেড ক্লোরাইড ( $\text{PbCl}_2$ ) উৎপন্ন হয়। কিউপ্রাস ক্লোরাইড গাঢ় হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিডে দ্রব্য এবং লেড ক্লোরাইড গরম জলে দ্রব্য কিন্তু ঠাণ্ডা করিলেই সাদা অধক্ষেপ হিসাবে পাওয়া যায়। তাই গাঢ় ও উত্তপ্ত হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিডে উক্ত ধাতুসমূহ দ্রবীভূত হয় বলিয়া উল্লেখ করা হয়।

(xi) ম্যাঙ্গানিজ ডাই অক্সাইড এবং লেড ডাই অক্সাইডের সহিত হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড উত্তপ্ত করিলে উহা জারিত হইয়া ক্লোরিন উৎপন্ন হয়।



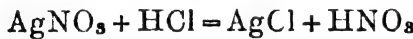
উত্তপ্ত ম্যাঙ্গানিজ ডাই অক্সাইডের উপর দিয়া হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড গ্যাস চালনা করিলে ক্রোরিণ গ্যাস উৎপন্ন হয়।

কিন্তু পটাসিয়াম পারম্যাঙ্গানেটের কেলাসের উপর ঘন হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড যোগ করিলেই সাধারণ উষ্ণতায় উহা জারিত হয় এবং ক্রোরিণ গ্যাসের প্রবাহ উৎপন্ন হয়।

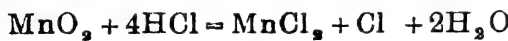


**হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিডের ব্যবহার** পরীক্ষাগারে বিকারক হিসাবে ইহা যথেষ্ট পরিমাণে ব্যবহৃত হয়। ঔষধ হিসাবেও ইহা ব্যবহৃত হইয়া থাকে তখন খুব পাতলা হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিডের জলেব দ্রবণ পাতলা নাইট্রিক অ্যাসিডের সহিত মিশাইয়া ব্যবহৃত হয়। ক্রোরিণ ও ধাতব ক্রোরাইড উৎপাদনে রঞ্জন শিল্পে র প্রস্তুতে এবং লোহার উপর টিন অথবা জিঙ্কের প্রলেপ দিবার সময় লোহার গায়েব মরিচা অপসারিত কবিত্তে ইহা ব্যবহার হইয়া থাকে।

**হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিডের অভীক্ষণ** (১) হাইড্রোজেন ক্রোরাইড গ্যাস হিসাবে থাকিলে একটি কাচদণ্ড অ্যামোনিয়ার দ্রবণে ডুবাইয়া গ্যাসজারস্থিত হাইড্রোজেন ক্রোরাইডের ভিতর দ্রিলে ঘন সাদা ধোয়া উৎপন্ন হয়। (২) হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিডের দ্রবণে সিলভার নাইট্রেটের দ্রবণ যোগ করিলে সিলভার ক্রোরাইডের সাদা থকথকে অধক্ষেপ পাওয়া যায়। এই অধক্ষেপ গাঢ় নাইট্রিক অ্যাসিডে অদ্রব্য কিন্তু অ্যামোনিয়ার পাতলা দ্রবণে সহজেই দ্রাব্য।



(৩) হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিডের সহিত ম্যাঙ্গানিজ ডাই অক্সাইড মিশাইয়া উত্তপ্ত করিলে সবুজ আভাবিশিষ্ট হলুদ র এর ক্রোরিণ গ্যাস উদ্ভূত হয়। ক্রোবিণ গ্যাসকে তাহার র এবং গন্ধ দ্বারা সহজেই চেনা যায়।

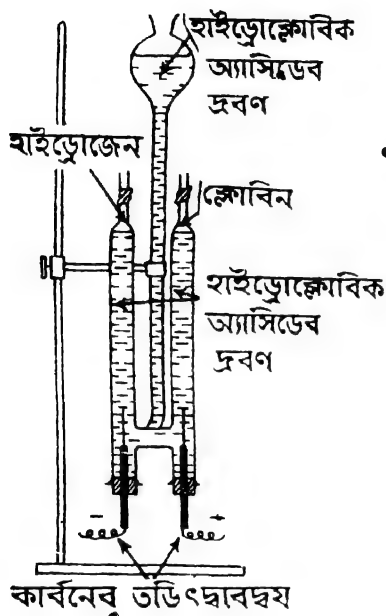


**হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড গ্যাসের আয়তনিক সংযুতি** দুই প্রকার পদ্ধতি দ্বারা হাইড্রোজেন ক্রোরাইডের আয়তনিক সংযুতি নির্ধারিত হইয়াছে।

(১) বৈজ্ঞানিক (Analytical) পদ্ধতি এবং (২) সাংশ্লেষিক (Synthetic) পদ্ধতি।

(১) বৈজ্ঞানিক পদ্ধতি হাইড্রোজেন ক্রোরাইড লইয়া দুই প্রকার পরীক্ষা দ্বারা চরমভাবে ইহার আয়তনিক সংযুতি নির্ণীত হইয়াছে। (ক) হফম্যান

( Hofmann ) তাঁহার নামীয় যন্ত্রে ( Hofmann's Apparatus ) গাঢ় হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড লইয়া তাহার তড়িৎ বিশ্লেষণ সঘটিত করিয়া দেখাইয়াছেন যে, ধনাত্মক তড়িৎ দ্বারে (anode) ক্লোরিন গ্যাস এবং ঋণাত্মক তড়িৎ দ্বারে (cathode)



চিত্র নং ৩৭

হাইড্রোজেন গ্যাস সম আয়তনে উদ্ভূত হয়।

( পাতলা হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিডের তড়িৎ বিশ্লেষণে ধনাত্মক তড়িৎ দ্বারে অক্সিজেন

- এবং ঋণাত্মক তড়িৎ দ্বারে হাইড্রোজেন উদ্ভূত হয়। )

যন্ত্র এবং পরীক্ষার বর্ণনা হফম্যানের যন্ত্রে (পার্শ্বের ছবিতে প্রদর্শিত) তিনটি পরস্পর সযুক্ত কাচের বাহ (limbs) থাকে। উহার দুই পার্শ্বের দুইটি বাহ সমান এবং অশাঙ্কিত। এই দুইটি বাহেরই উপরের প্রান্ত ঠেক কক দিয়া বন্ধ করা এবং নিচের খোলা মুখ রবারের ছিপি দিয়া বন্ধ কবিয়া ছিপির ভিতর দিয়া দুইটি বাহতে দুইটি কার্বনের তড়িৎ দ্বার প্রবেশ কবানো থাকে। উপর ক্লোরিন দ্বারা প্লাটিনাম বা অল্প ধাতু তড়িৎ দ্বার আক্রান্ত

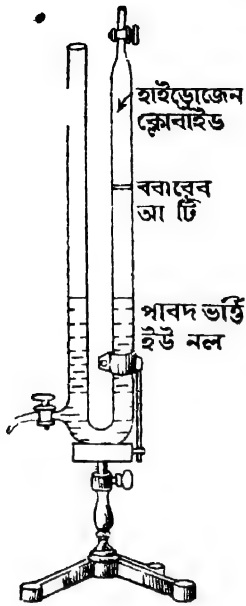
হয় বলিয়া কার্বনের তড়িৎদ্বার ব্যবহার করা হয়। মধ্যস্থিত বাহর উপরে একটি বাল্ব (bulb) থাকে। সেই বাল্বের ভিতর দিয়া মধ্যের বাহতে গাঢ় হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিডের দ্রবণ ঢালিলে উহা পার্শ্বের দুইটি বাহতে সঞ্চিত হয়। এইভাবে পার্শ্বের বাহ দুইটির ঠেক কক লুটিয়া রাখিয়া বাহ দুইটি অ্যাসিডে ভরিয়া লইয়া ঠেক কক বন্ধ করা হয়। অতিরিক্ত অ্যাসিড যথেষ্ট পরিমাণে মধ্যের বাহতে থাকে। এইভাবে অ্যাসিড ভর্তি করা হইলে কার্বনের তড়িৎ দ্বার দুইটি ব্যাটারীর সহিত যুক্ত করিয়া অ্যাসিডের ভিতর দিয়া তড়িৎপ্রবাহ চালনা করা হয়। ইহাতে অ্যাসিড বিশ্লেষিত হয় এবং যেখানে তড়িৎকোষের ঋণাত্মক মেরু সযুক্ত করা থাকে সেই বাহতে হাইড্রোজেন গ্যাস সঞ্চিত হয় আর যেখানে উক্ত কোষের ধনাত্মক মেরু সযুক্ত করা থাকে সেই বাহতে ক্লোরিন উৎপন্ন হয়, কিন্তু সেখানে কোন গ্যাস প্রথমে সঞ্চিত হইতে দেখা যায় না কারণ উৎপন্ন ক্লোরিন হাইড্রো-

ক্লোরিক অ্যাসিডের দ্রবণে দ্রবীভূত হয়। কিছুক্ষণ তড়িৎপ্রবাহ চালনা করার পর দ্রবণ ক্লোরিণ দ্বারা সংপৃক্ত হয় এবং তখন ধনাত্মক মেরু স যুক্ত বাহুতে ক্লোরিণ গ্যাস জমা হইতে থাকে। তখন দুই বাহুরই ষ্টপ কক খুলিয়া দিয়া গ্যাস বাহির করিয়া দেওয়া হয় এবং দ্রবণ ভর্তি অবস্থায় ষ্টপ কক দুইটি পুনরায় একসঙ্গে বন্ধ করা হয়। তড়িৎপ্রবাহ পূর্ববৎ চলিতেই থাকে। তখন ঋণাত্মক মেরুর সহিত স যুক্ত বাহুতে হাইড্রোজেন এবং ধনাত্মক মেরুর সহিত স যুক্ত বাহুতে ক্লোরিণ সঞ্চিত হইতে থাকে। এই গ্যাস দুইটি যে যথাক্রমে হাইড্রোজেন ও ক্লোরিণ তাহা বিভিন্ন যথাযথ পৰীক্ষা দ্বারা দখানো যায়। গ্যাস দুইটির আয়তন মাপিলে দেখা যায় যে তাহাদের আয়তন সমান। অতএব এই পরীক্ষা হইতে সিদ্ধান্ত করা যায় যে হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড সমাশ্বতন হাইড্রোজেন ও ক্লোরিণের স যোগে গঠিত।

উপরের পৰীক্ষা হইতে আমরা কেবল হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিডে হাইড্রোজেন এবং ক্লোরিণের আয়তনিক অনুপাত জানিতে পারি। কিন্তু কত আয়তনের অ্যাসিডে উক্ত আয়তনের হাইড্রোজেন ও ক্লোরিণ থাকে তাহা জানা যায় না। সেইজন্য আরও একটি পরীক্ষা প্রয়োজন। সেই পৰীক্ষাটি নিম্নলিখিত উপায়ে নিম্নলিখিত করা হয়।

(খ) সোডিয়াম মারকারী সঙ্কব (Sodium amalgam) পদ্ধতি  
এই পরীক্ষার জন্য একটি U আকৃতির কাচনল ব্যবহার করা হয়। কাচনলের একটি বাহু উপরের প্রান্ত ষ্টপ কক দ্বারা বন্ধ করা থাকে অপর বাহুর নীচের দিকে বাকের কাছে একটি ষ্টপ ককযুক্ত কাচের নির্গমনল লাগানো থাকে। প্রথমে U নলটি সম্পূর্ণরূপে শুষ্ক মারকারী (পাবদ) দ্বারা ভর্তি করা হয়। উপরের প্রান্তে যে ষ্টপ কক আছে তাহা খুলিয়া শুষ্ক হাইড্রোজেন ক্লোরাইড প্রস্তুতের যন্ত্রের নির্গমনলের সহিত যুক্ত করা হয় এবং বাকের মুখের নির্গমনলেব ষ্টপ কক খুলিয়া দেওয়া হয়। এইভাবে মারকারীর অপসারণ দ্বারা ষ্টপ কক দ্বারা আবদ্ধ বাহুতে শুষ্ক ও বিশুদ্ধ হাইড্রোজেন ক্লোরাইড ভর্তি করা হয়। তাহার পর উক্ত বাহুর উপরে অবস্থিত ষ্টপ কক বন্ধ করিয়া দেওয়া হয় এবং খোলা মুখের বাহু হইতে নীচের ষ্টপ কক খুলিয়া মারকারী বাহির করিয়া দিয়া দুই বাহুর মারকারী একই তলে আনা হয়। তখন যে আয়তনের হাইড্রোজেন ক্লোরাইড ব্যবহার করা হয় তাহার চাপ বহিঃ বায়ুর চাপের সমান হয়। তখন গ্যাসের আয়তনকে একটি রবারের আংটি দিয়া সমান দুই ভাগে ভাগ করা হয়। তাহার পর

খোলা মুখের নলে সোডিয়াম মারকারী স কর (Sodium amalgam) ও মারকারী



চিত্র ন ৪০

ঢালিয়া নলটি সম্পূর্ণ ভর্তি করা হয়। খোলা নলের মুখ ববারের ছিপি দিয়া বন্ধ করিয়া নলকে কাঁচ করিয়া সোডিয়াম মারকারী স কর ও হাইড্রোজেন ক্লোরাইড স স্পর্শে আনা হয়। ক্রিয়া সম্পূর্ণ হইলে সমস্ত বাকী গ্যাসকে বন্ধ নলে লওয়া হয়। তাহাব পর দুই বাহুতে মারকারী একই তলে আনা হয়। তখন অবশিষ্ট গ্যাসের চাপ বহিঃস্থ বায়ু চাপের সমান হয়। পরীক্ষার আগে এব পবে উস তা একই থাকে। এই অবস্থায় অবশিষ্ট গ্যাসের আয়তন হাইড্রোজেন ক্লোরাইড গ্যাসের অর্ধেক হয় কাবণ মারকারী রবাবেব আ টির সহিত একই সমতলে আসে। অবশিষ্ট গ্যাস যে হাইড্রোজেন তাহা পরীক্ষা দ্বারা প্রমাণ করা যায় যেহেতু গ্যাসটি প্রায় অদৃশ্য শিখাতে জলে এব পুড়িয়া কেবলমাত্র জল উৎপাদন করে। আরও ইহা প্যালা

ডিয়াম ধাতু দ্বারা শোষিত হয়। এই পরীক্ষা হইতে সিদ্ধান্ত করা যায় যে ২ আয়তন হাইড্রোজেন ক্লোরাইডে ১ আয়তন হাইড্রোজেন থাকে।

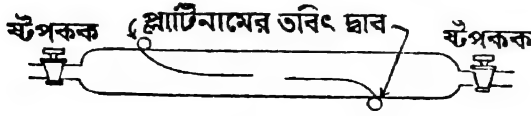
(১) উপরের পরীক্ষা হইতে জানা যায় যে দুই আয়তন হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড গ্যাসে এক আয়তন হাইড্রোজেন আছে। (ii) সন্ধ্যার পরীক্ষা হইতে দেখা যায় যে হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিডে সন্ধ্যা হাইড্রোজেন ও ক্লোরিন থাকে।

অতঃপর দুইটি পরীক্ষার ফল একত্র করিলে দাঁড়ায়—দুই আয়তন হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড গ্যাসে এক আয়তন হাইড্রোজেন ও এক আয়তন ক্লোরিন থাকে।

(২) সাংশ্লিষ্টিক পদ্ধতি এই পদ্ধতিতে দেখানো হয় যে, এক আয়তন হাইড্রোজেন এবং এক আয়তন ক্লোরিন গ্যাসের মিশ্রণে তড়িৎশুল্ক দ্বারা অথবা সূর্যালোক দ্বারা বিক্রিয়া ঘটাইলে বিস্ফোরণ ঘটে এবং পূর্বের উষ্ণতায় শীতল হইলে দেখা যায় যে দুই আয়তন হাইড্রোজেন ক্লোরাইড উৎপন্ন হয়।

যন্ত্র এবং পরীক্ষার বর্ণনা দুই দিকে ষপ ককযুক্ত একটি বড় কাঁদের শক্ত কাচের নল লওয়া হয়। এই নলে তড়িৎ দ্বারের কাজ করিবার জন্য দুইটি প্লাটি নামের তার কাচ গলাইয়া লাগানো থাকে। গাঢ় হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিডের

তড়িৎ বিশ্লেষণ দ্বারা উৎপন্ন সমান্তরন হাইড্রোজেন ও ক্রোরিণের মিশ্রণকে গলিত



চিত্র ন ৪১

ক্যালসিয়াম ক্লোরাইডের ( fused calcium chloride ) ভিতর দিয়া অতিক্রম করাইয়া শুক করা হয় এবং এই শুক মিশ্রণটি অল্পকালে কাচ নলের দুই দিকের ষ্টপ-কক খুলিয়া দিয়া সম্পূর্ণরূপে বায়ু অপসারণ দ্বারা নলের ভিতর স গ্রহ করা হয়। তাহার পব ষ্টপ কক দুইটি বন্ধ করিয়া দিয়া নলের ভিতরের প্লাটিনাম তার দুইটি আবেশ কুণ্ডলীর ( induction coil ) সহিত যোগ করা হয়। পরে আবেশকুণ্ডলী চালাইয়া মিশ্রণের ভিতর তড়িৎফুলিঙ্গ উৎপাদন করা হয়। তখন বিস্ফোরণ হ্রহকারে হাইড্রোজেন এক ক্রোরিণ মিলিত হইয়া হাইড্রোজেন ক্লোরাইড উৎপন্ন করে। মিশ্রণের ফিকে হলুদ র চলিয়া যায় এবং বর্ণহীন গ্যাস কাচ নলের ভিতর থাকে। নলকে শীতল হইতে দেওয়া হয়। এক্ষণে কাচ নলটিকে উল্লম্ব করিয়া একটি পাত্রে মারকারী বাখিয়া তাহার ভিতর নীচের মুখ ডুবাইয়া সেখানকার ষ্টপ ককটি খুলিয়া দেওয়া হয়। তখন দেখা যায় যে নল হইতে কোন গ্যাস বাহির হইয়া আসে না বা নলের ভিতর কোন মারকারী ঢোকে না। অতএব রাসায়নিক ক্রিয়াব ফলে আয়তনেব কোন পরিবর্তন হয় নাই। পরে মারকারীর উপর পাত্রে জল ঢালিয়া নলের মুখ জলের ভিতর আনা হয়। তখন গ্যাস জলে দ্রবীভূত হওয়ার ফলে জল নলের ভিতর প্রবেশ করিয়া সমস্ত নলকে ভর্তি করে। সুতরাং হাইড্রোজেন ও ক্রোরিণ সম্পূর্ণরূপে মিলিত হইয়াছে কারণ জলে অদ্রব্য হাইড্রোজেন গ্যাস একটুও অবশিষ্ট থাকিলে সমস্ত নলটি জল ভর্তি হইত না। পরীক্ষা দ্বারা দেখা যায় যে এই জলের দ্রবণ নীল লিটমাসকে লাল করে এবং সিলভার নাইট্রেটের দ্রবণের সহিত সাদা থকথকে অধ ক্ষেপ উৎপাদন করে। এই অধ ক্ষেপ গাঢ় নাইট্রিক অ্যাসিডে অদ্রব্য কিন্তু পাতলা অ্যামোনিয়াম হাইড্রক্সাইডে সহজে দ্রবীভূত হয়। সুতরাং উৎপন্ন গ্যাসটি হাইড্রোজেন ক্লোরাইড। দ্রবণটি পটাসিয়াম আয়োডাইডের দ্রবণে যোগ করিলে কোন আয়োডিন মুক্ত হয় না। অতএব দ্রবণে কোন মুক্ত ক্রোরিণ নাই, অর্থাৎ হাইড্রোজেন ও ক্রোরিণ সম্পূর্ণরূপে বিক্রিয়ায় অংশ গ্রহণ করিয়াছে। অতএব এই পরীক্ষা হইতে সিদ্ধান্ত করা যায় যে, এক

আয়তন হাইড্রোজেন এবং এক আয়তন ক্লোরিন যুক্ত হইয়া দুই আয়তন হাই-



চিত্র ন ৪২

ড্রোজেন ক্লোরাইড উৎপন্ন করে। এই পরীক্ষা ঠিক সমায়তন দুইটি কাচের নল মধ্যভাগে একটি ষ্টপ কক দিয়া যুক্ত করিয়া লইয়া দুই নলের অপব প্রান্তে দুইটি ষ্টপ-কক লাগাইয়া লইয়া করা হইয়া থাকে। তাহাতে আয়তনের পরিমাণ ভাল বুঝা যায়।

হাইড্রোজেন ক্লোরাইডের আণবিক সংকেত নির্ণয় পরীক্ষা হইতে জানা যায় ১ আয়তন হাইড্রোজেন + ১ আয়তন ক্লোরিন = ২ আয়তন হাইড্রোজেন ক্লোরাইড।

মনে কবা যাউক যে হাইড্রোজেনেব এক আয়তনে হাইড্রোজেনের  $n$  অণু আছে।

অতএব অ্যাভোগাড্রো প্রকল্প অনুসারে—

$n$  অণু হাইড্রোজেন +  $n$  অণু ক্লোরিন =  $2n$  অণু হাইড্রোজেন ক্লোরাইড।

১ অণু হাইড্রোজেন + ১ অণু ক্লোরিন = ২ অণু

যেহেতু হাইড্রোজেন ও ক্লোরিনের অণু দ্বি পবমাণুক (অ্যাভোগাড্রো প্রকল্পের অহুসিদ্ধান্ত)

২ পরমাণু হাইড্রোজেন + ২ পবমাণু ক্লোরিন = ২ অণু হাইড্রোজেন ক্লোরাইড।

১ পরমাণু হাইড্রোজেন + ১ পরমাণু ক্লোরিন = ১ অণু

হাইড্রোজেন ক্লোরাইডের আণবিক সংকেত হইবে HCl

এই সংকেত অনুসারে হাইড্রোজেন ক্লোরাইডের আণবিক ওজন হইবে  $1 + 35.5 = 36.5$ । এক্ষণে পরীক্ষা দ্বারা লব্ধ হাইড্রোজেন ক্লোরাইডের বাষ্পীয় ঘনত্ব = 18.25 এবং ইহার আণবিক ওজন হইবে  $2 \times 18.25$  (অ্যাভোগাড্রো প্রকল্পের অহুসিদ্ধান্ত অনুসারে  $M = 2 \times D$ ) = 36.5।

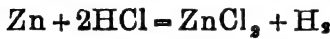
হাইড্রোজেন ক্লোরাইডের অণুর নিভূল সংকেত হইল HCl।

ক্লোরাইডসমূহ হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড হইতে উৎপন্ন লবণসমূহকে ক্লোরাইড বলা হয়। ক্লোরাইডের প্রস্তুতি। (১) ধাতব অক্সাইড, হাই

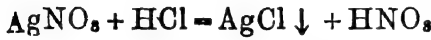
ড্রসাইড বা কার্বনেটকে হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিডে দ্রবীভূত করিয়া দ্রবণকে পরিস্রাবিত করিতে হয় এবং পরিকৃত দ্রবণকে উত্তাপ দ্বারা জল তাড়াতীর ঘনীভূত করিয়া ঠাণ্ডা করিলে ধাতব ক্লোরাইড কেলসিত হয়।



(২) কোন কোন ক্ষেত্রে ধাতুকে হাইড্রোক্লোরিক সল্যুশনে দ্রবীভূত করিয়া পরিস্রাবণ দ্বারা দ্রবণকে অদ্রাব্য অণুদ্বি হইতে পৃথক করা হয়। পশ্চত দ্রবণকে উত্তাপ দ্বারা ঘনীভূত করিয়া ঠাণ্ডা করিলে ক্লোরাইড কেলসিত হয়



(৩) কোন কোন ক্ষেত্রে জলে অদ্রাব্য ক্লোরাইড অবক্ষিপ্ত হইয়া পাইয়া যায়।



ধর্ম সিলভার ক্লোরাইড মারকিউরাস ক্লোরাইড কিউপ্রাস ক্লোরাইড এবং লেড ক্লোরাইড ছাড়া অন্য সমস্ত ধাতব ক্লোরাইড জলে দ্রাব্য আর লেড ক্লোরাইড গরম জলে দ্রবীভূত হয়। কিন্তু জলকে ঠাণ্ডা করিলে সাদা চকচকে কেলস হিসাবে ইহা অধক্ষিপ্ত হয়। উত্তাপ দিলে কোন কোন ক্লোরাইড গলিয়া যায় মাত্র যথা পটাসিয়াম ক্লোরাইড সোডিয়াম ক্লোরাইড সিলভার ক্লোরাইড প্রভৃতি। কোন কোন ক্ষেত্রে ক্লোরাইড বিয়োজিত হয় যেমন অধিক ক্লোরাইড  $\text{AuCl}_3$ । শোদক ম্যাগনেসিয়াম ক্লোরাইড ( $\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ) উত্তাপে জলের সহিত বিক্রিয়া করিয়া ম্যাগনেসিয়াম অক্সাইডে পরিণত হয়।



আবার কোন কোন ক্লোরাইড বিয়োজিত না হইয়া উল্লস পাতিত হয়, যেমন মারকিউরাস ক্লোরাইড ( $\text{Hg}_2\text{Cl}_2$ )।

### (খ) ক্লোরিন (Chlorine)

সকেত— $\text{Cl}$ , আণবিক সকেত— $\text{Cl}_2$ , পারমাণবিক ওজন—৩৫.৪৬, বাষ্পীয় ঘনত্ব ৩৫.৪৬।

১৭৭৪ খ্রীষ্টাব্দে শীলে (Scheele) ক্লোরিন আবিষ্কার করেন। তখন ইহার নাম দেওয়া হয় অক্সিমিউরিমটিক অ্যাসিড (Oxymuriatic acid), কারণ ইহা



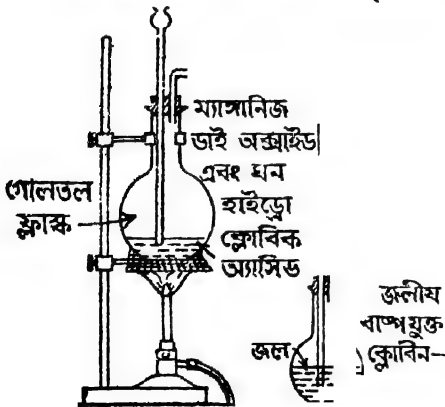
ক্লোরিনেটিক অ্যাসিডকে (হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিডের নাম) ম্যাঙ্গানিজ ডাই-অক্সাইড দ্বারা জারিত করিয়া প্রস্তুত করা হইয়াছিল। ১৮১০ খৃষ্টাব্দে ডেভি (Davy) ইহার মৌলিকত্ব প্রমাণ করেন এবং ইহার ফিকে সবুজ রং এর জন্য ইহার নাম ক্লোরিন (Chloro = Pale Green) রাখেন।

**অবস্থান** মুক্ত অবস্থায় ক্লোরিন প্রকৃতিতে পাওয়া যায় না। যৌগ হিসাবে ইহা প্রকৃতিতে সোডিয়াম ক্লোরাইড বা সাধারণ লবণ (NaCl) সিলভাইন (sylvine) অর্থাৎ পটাসিয়াম ক্লোরাইড (KCl) ক্যারনালাইট (KCl MgCl<sub>2</sub> 6H<sub>2</sub>O) রূপে পাওয়া যায়। সমুদ্রজলে ও খনিতে যথেষ্ট সোডিয়াম ক্লোরাইড পাওয়া যায়। জার্মানীর ষ্টাসফার্ট নামক স্থানে খনিতে প্রচুর পটাসিয়াম ক্লোরাইড পাওয়া যায়।

**প্রস্তুত প্রণালী** (i) হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিডকে ম্যাঙ্গানিজ ডাই অক্সাইড নাইট্রিক অ্যাসিড পটাসিয়াম পারম্যাঙ্গানেট পটাসিয়াম ডাইক্রোমেট প্রভৃতি দ্বারা জারিত করিয়া অথবা (ii) গাঢ় হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড ও ধাতব ক্লোরাইডকে (সোডিয়াম ক্লোরাইড সিলভার ক্লোরাইড প্রভৃতি) তড়িৎ দ্বারা বিদ্রিষ্ট করিয়া, অথবা (iii) কোন কোন ধাতব ক্লোরাইডকে (অবিক ক্লোরাইড প্লাটিনিক ক্লোরাইড) উত্তাপ দ্বারা বিয়োজিত করিয়া ক্লোরিন উৎপাদিত হয়।

৩ (i) হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড হইতে (ক) জারণ দ্বারা—

**পরীক্ষাগার প্রণালী** —(একটি গোলতল ফ্লাস্কেব মুখে কর্ক লাগাইয়া

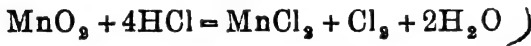


চিত্র নং ৪৩

তাহাব ভিতর দিয়া একটি দীর্ঘনল ফানেল এবং দুই বার সমকোণে বাঁকানো নির্গমননল লাগানো হয়। ফ্লাস্কের ভিতর কিছুটা শুষ্ক ম্যাঙ্গানিজ ডাই অক্সাইড, MnO (পাইরোলুসাইট নামক শনিজ পদার্থ) লওয়া হয়। তাহার পর ফ্লাস্কটিকে তারজালির উপর রাখিয়া দণ্ডের সহিত আংটা দিয়া আটকানো হয়। তৎপরে দীর্ঘনল

ফানেলের ভিতর দিয়া গাঢ় হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড একপ পরিমাণে ঢালা

হয় যে,  $MnO_2$  এর শুভ্র। এবং ফানেলের নিম্নাংশ অ্যাসিডে "ভিত্তর ছবি" থাকে। দ্রবণের রং ঘোর বাদামী হয়। ক্লাসে বুনসেন দীপ দ্বারা মুখ উত্তাপ দেওয়া হয়। তখন সবুজ আভাযুক্ত হলুদবর্ণের গ্যাস ক্লাসের ভিত্তর উৎপন্ন হইয়া নির্গমন দিয়া বাহিরে আসে। নির্গমনের শেষ প্রান্তে অপব একটি ক্লাসের মুখের কর্কেব ভিত্তর দিয়া যাইয়া ক্লাসে স্থিত জলের ভিত্তর ডুবানো থাকে। উক্ত ক্লোরিন গ্যাসের সহিত কিছু হাইড্রোজেন ক্লোরাইড মিশিয়া থাকে। জলের ভিত্তর দিয়া অতিক্রম করানোর ফলে প্রথমে হাইড্রোজেন ক্লোরাইড ও ক্লোরিন দুইই দ্রাবিত হয় কিন্তু শীঘ্রই জলটি ক্লোরিন দ্বারা সপ্ত হইয়া যায় এবং তখন ক্লোরিন গ্যাস বাহির হইয়া আসে কিন্তু হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড গ্যাস দ্বারা জল সপ্ত না হওয়ায় হাইড্রোজেন ক্লোরাইড দ্রাবিত হইতে থাকে। দ্বিতীয় ক্লাসের মুখে অল্প একটি দুই বার সমকোণে বাকানো নির্গমন লাগানো থাকে। ক্লোরিন গ্যাস সেইখানে বাহির হইয়া আসে এবং গ্যাসজাবে বায়ু উর্ধ্ব অংশ দ্বারা সগ্রহ করা হয়।



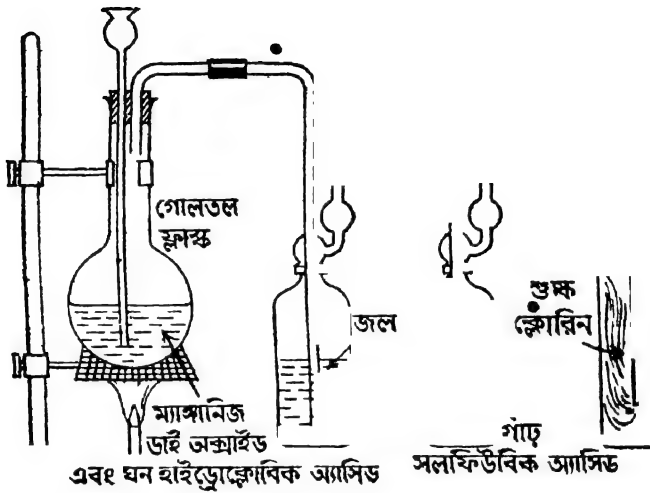
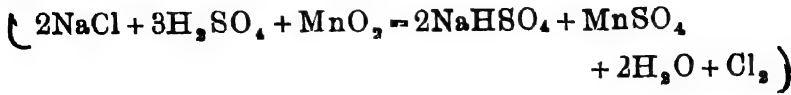
দ্রষ্টব্য এই বিক্রিয়াটি দুই ধাপে নিম্ন হইয়া থাকে। প্রথমে সাধারণ উষ্ণতায় যে ঘোর বাদামী রং এর দ্রবণ উৎপন্ন হয় তাহাতে ম্যাঙ্গানিজ টেট্রাক্লোরাইড ( $MnCl_4$ ) ও ম্যাঙ্গানিজ ট্রাইক্লোরাইড ( $MnCl_3$ ) থাকে। পরে উত্তাপ দিলে হাইড্রোজেন ক্লোরাইড ( $MnCl_2$ ) এবং ক্লোরিন দেয়।



যদি শুধু ক্লোরিন প্রয়োজন হয় তবে পরবর্তী পৃষ্ঠার ছবিতে প্রদর্শিত মত উৎপন্ন ক্লোরিনকে প্রথমে একটি বোতলে জল রাখিয়া তাহার ভিত্তর দিয়া অতিক্রম করানো হয়। পরে হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড অপসারিত হইলে অল্প একটি বোতলে গাঢ় সলফিউরিক অ্যাসিড রাখিয়া তাহার ভিত্তর দিয়া অতিক্রম করাইয়া গ্যাস হইতে জলীয় বাষ্প অপসারিত করা হয়। পরে শুধু ক্লোরিন গ্যাসজাবে বায়ু উর্ধ্ব অংশ দ্বারা সগ্রহ করা হয়।

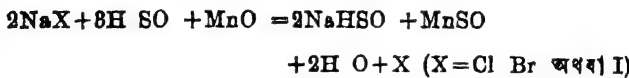
এই ক্লোরিন প্রস্তুত করিতে হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিডের গাঢ় দ্রবণের পরিবর্তে ক্লাসে সোডিয়াম ক্লোরাইড ও গাঢ় সলফিউরিক অ্যাসিড ম্যাঙ্গানিজ ডাই-

অক্সাইডের শুঁড়ি সহিত মিশাইয়া লওয়া যাইতে পারে। এই মিশ্রণকে উত্তপ্ত করিলে ক্লোরিন গ্যাস উৎপন্ন হয়।

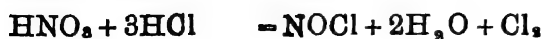
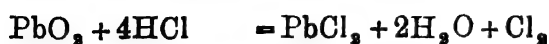
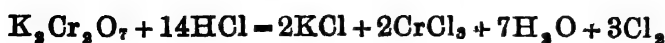


চিত্র ন ৪৪

**জটিল্য** এই উপায়ে ক্লোরিনের তুল্য অল্প দুইটি মৌলিক পদার্থ ব্রোমিন এবং আয়োডিন ব্রোমাইড এবং আয়োডাইড হইতে পরীক্ষাগারে প্রস্তুত করা যাইতে পারে। তাই এই পদ্ধতিকে হ্যালাইড (Halide) হইতে হ্যালোজেন প্রস্তুতের সাধারণ পদ্ধতি বলে। এই সমস্ত হ্যালোজেন উৎপন্ন হইবার সাধারণ সমীকরণ হইল

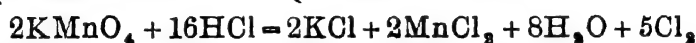


হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড হইতে হাইড্রোজেন অপসারিত হওয়ায় এই বিক্রিয়া জারণ-বিক্রিয়া (Oxidation)। অত্যাগ জারক দ্রব্য (Oxidising agent) হওয়ায় হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিডের হাইড্রোজেন অপসারিত করিয়া ক্লোরিন পাওয়া যাইতে পারে। গাঢ় হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিডের সহিত পটাশিয়াম ডাইক্রোমেট অথবা লেড ডাই অক্সাইড অথবা ঘন নাইট্রিক অ্যাসিড মিশাইয়া মিশ্রণকে উত্তপ্ত করিলে ক্লোরিন গ্যাস উৎপন্ন হয়।



নাইট্রোসিল ক্লোরাইড

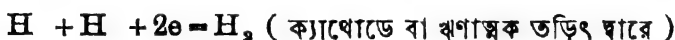
উত্তাপ প্রয়োগ না করিয়া সাধাবণ উষ্ণতায় পরীক্ষাগারে অথেষ্ট পরিমাণ ক্রো... .  
পাইতে হইলে পটাসিয়াম পারম্যাঙ্গানেটের কেলাসের উপর গাঢ় হাইড্রোক্লোরিক  
অ্যাসিড বিন্দু বিন্দু করিয়া ফেলিতে হয়। একটি শঙ্কু কুপীর (conical flask)  
মুখে কর্ক লাগাইয়া তাহার ভিতর দিয়া একটি বিন্দুপাতন ফানেল এবং একটি  
সমকোণে বাঁকানো নির্গমনল লাগানো হয়। শঙ্কু কুপীতে পটাসিয়াম পারম্যাঙ্গানেটের  
কেলাস অনেকগুলি লওয়া হয় এবং বিন্দুপাতন ফানেল হইতে ঘন হাইড্রোক্লোরিক  
অ্যাসিড ফোঁটা ফোঁটা করিয়া পারম্যাঙ্গানেটের কেলাসের উপর ফেলা হয়।  
ক্রোবিগ উদ্ভূত হইয়া নির্গমনল দ্বারা বাহিব হইয়া আসে (রসায়নেব গোড়ার  
কথা" চতুর্থ স স্বরণ প্রথম ভাগ 71 পৃ চিত্র ন 13 দেখ)।



অনুরূপভাবে ব্লিচি পাউডারের  $[Ca(OCl)Cl]$  উপর পাতলা হাইড্রোক্লোরিক  
অ্যাসিড ফোঁটা ফোঁটা করিয়া ফেলিলেও সাধাবণ উষ্ণতায় ক্রোবিগ উৎপন্ন হয়।



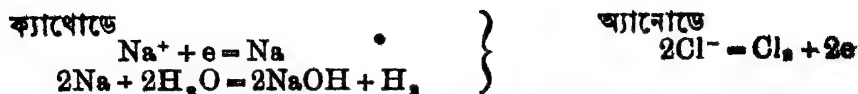
(খ) গাঢ় হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিডের জলীয় দ্রবণকে তড়িৎবিশ্লিষ্ট করিলে  
ক্রোরিন পাওয়া যায়। এইভাবে ক্রোবিগ উৎপাদনের জন্ত হফম্যান যে যন্ত্র ব্যবহার  
করিয়াছিলেন তাহা পূর্বেই বর্ণিত হইয়াছে (238 পৃ দেখ)।



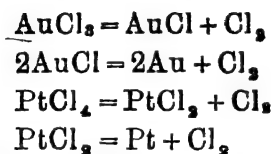
সোডিয়াম ক্লোরাইডের তড়িৎ বিশ্লেষণ দ্বারাও ক্রোরিন পাওয়া যায়। সোডিয়াম  
ক্লোরাইডের তড়িৎ বিশ্লেষণ হইতে নিম্ন হইতে পারে। উত্তাপ দ্বারা  
তরলীকৃত সোডিয়াম ক্লোরাইডের ভিতর তড়িৎ প্রবাহিত করিলে ক্যাথোডে বা  
ঋণাত্মক তড়িৎ দ্বারে সোডিয়াম ধাতু উৎপন্ন হয় এবং অ্যানোডে বা ধনাত্মক তড়িৎ  
দ্বারে ক্রোরিন পাওয়া যায়। এখানে তড়িৎদ্বার হিসাবে আয়রণের ক্যাথোড এবং  
গ্যাসকার্বনের অ্যানোড ব্যবহৃত হয়। আবার সোডিয়াম ক্লোরাইডের জলীয়

## ক্লোরিনের সোডার কথা

ক্লোরিন বিতক্ত কোষে তড়িৎ-বিশ্লেষণ দ্বারা কার্বন অ্যানোডে ক্লোরিন এবং ক্যাথোডে কঠিক সোডা (NaOH) এবং হাইড্রোজেন পাওয়া যায়। এ বিষয়ে বিশদ আলোচনা ক্লোরিনের পণ্য-উৎপাদন-প্রসঙ্গে নিয়ে বর্ণিত হইয়াছে।



বিতক্ত ক্লোরিন প্রস্তুত করিতে হইলে অরিক ক্লোরাইড ( $\text{AuCl}_3$ ) অথবা মার্টিনার ক্লোরাইড উত্তম করিয়া উত্তৃত গ্যাসকে পারদের অপভ্রংশ দ্বারা গ্যাসজারে সংগ্রহ করা হয়।



ক্লোরিনের পণ্য উৎপাদন সোডিয়াম ক্লোরাইডের তড়িৎ বিশ্লেষণ দ্বারা বর্তমানে কঠিক সোডা বা ধাতব সোডিয়ামের পণ্য উৎপাদন সময়ে ক্লোরিন উপজাত হিসাবে পাওয়া যায়। কিন্তু তা আর পূর্বে হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিডের জারণ দ্বারা ক্লোরিনের পণ্য উৎপাদন নিষ্পন্ন হইত। তখন দুইটি পদ্ধতি প্রচলিত ছিল। একটি ওয়েলডন (Weldon) পদ্ধতি এবং অপরটি ডিকন (Deacon) পদ্ধতি। পদ্ধতি দুইটির নামকরণ করা হইয়াছিল উদ্ভাবক বিজ্ঞানী ওয়েলডন ও ডিকনের নামানুসারে।

(ক) ওয়েলডন পদ্ধতি ° রসায়নাগারে যে প্রক্রিয়া দ্বারা ক্লোরিন তৈয়ারী করা হয় ওয়েলডন পদ্ধতিতে মূলত সেই একই প্রক্রিয়া প্রযুক্ত হয়। উভয় ক্ষেত্রেই ম্যাঙ্গানিজ ডাই অক্সাইড দ্বারা হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিডকে জারিত করিয়া ক্লোরিন পাওয়া যায়। ওয়েলডন পদ্ধতিতে কেবল পাঁচগুলি পাথরের তৈয়ারী এবং বৃহদায়তন তাই উৎপাদিত ক্লোরিনের পরিমাণ অনেক বেশী।

ওয়েলডন প্রণালীর বৈশিষ্ট্য হইল দামী ম্যাঙ্গানিজ ডাই অক্সাইডের পুনরুদ্ধারে। তাই এই প্রণালীতে একই পরিমাণ ম্যাঙ্গানিজ ডাই অক্সাইড জারক হিসাবে বার বার ব্যবহার করা যায়।

## ক্রোরিন উৎপাদন

এই পদ্ধতিতে পাইরোলুসাইট (Pyrolusite, মনিজ পদার্থ) এবং হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড 10 ভাগ ফেরিক অক্সাইড এবং 80 ভাগ ম্যাঙ্গানিজ ডাই-অক্সাইড পাথরের পাথ্রে (Stoneware Ball) গাঢ় হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড একটি বড় পাথরের পাত্রে (Stoneware Ball) লইয়া পাত্রের ভিতর অবস্থিত ষ্টীম পাইপ দিয়া ষ্টীম চালনা করিয়া উত্তপ্ত করা হয়। ক্রোরিন উৎপন্ন হইয়া নির্গমনল দ্বারা বাহির হইয়া আসে।\*



পাথরের পাত্রে যে দ্রবণ থাকে তাহাতে ম্যাঙ্গানিজ ক্লোরাইড ( $\text{MnCl}_2$ ) ফেরিক ক্লোরাইড ( $\text{FeCl}_3$ ) এবং কিছু অবশিষ্ট হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড ( $\text{HCl}$ ) প্রভৃতি পড়িয়া থাকে। এই অবশেষকে (spent liquor) পাথরের পাত্রের নিয়ে অবস্থিত ষ্টপ কক যুক্ত পাইপের ষ্টপ কক খুলিয়া দিয়া একটি ট্যাঙ্কে লওয়া হয় এবং তাহাতে যথেষ্ট পরিমাণ চুনাপাথর (ক্যালসিয়াম কার্বনেট) যোগ করিয়া মিশ্রণকে আলোড়িত করা হয়। ইহার ফলে হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড সম্পূর্ণরূপে প্রশমিত (neutralised) হয় এবং ফেরিক হাইড্রক্সাইড [ $\text{Fe}(\text{OH})_3$ ] অব ক্রিপ্ত হয়।

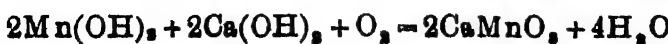


তখন অধঃক্ষেপ সমেত দ্রবণটিকে অল্প একটি ট্যাঙ্কে পাম্পদ্বারা লইয়া যাওয়া হয় এবং সেখানে দ্রবণটিকে থিতাইতে (settle) দেওয়া হয়। গাদ (Sediment) থিতাইলে পরিকার দ্রবণকে একটি চোঙ্গাকৃতি লৌহপাত্রে সরাইয়া লওয়া হয় এবং সেখানে তাহার সহিত হিসাবমত চুন গোলা (milk of lime) মিশ্রিত করিয়া ষ্টীমের সাহায্যে 60 সেন্টিগ্রেড উষ্ণতায় উত্তপ্ত করা হয়। তাহার পর উত্তপ্ত দ্রবণেব মধ্য দিয়া ছাঁদা করা পাইপের সাহায্যে অধিক চাপে বায়ু 4 5 ঘণ্টা ধরিয়া চালিত করা হয়। লৌহ পাত্রটিকে জারক ঘর (Oxidising Chamber বা Oxidiser) বলে। প্রথমে চুনের সহিত বিক্রিয়ার ফলে ম্যাঙ্গানিজ ক্লোরাইড হইতে ম্যাঙ্গানাস্ হাইড্রক্সাইড উৎপন্ন হয়।



পরে বায়ুর অক্সিজেন দ্বারা ম্যাঙ্গানাস্ হাইড্রক্সাইড জারিত হইয়া ম্যাঙ্গানিজ ডাই অক্সাইড উৎপন্ন হয় এবং ইহা অবশিষ্ট চুনের সহিত বিক্রিয়া করিয়া ক্যালসিয়াম ম্যাঙ্গানাইট (Calcium manganite,  $\text{CaO MnO}_2$ )

অথবা  $2\text{CaO, MnO}_2$  গঠন করে।



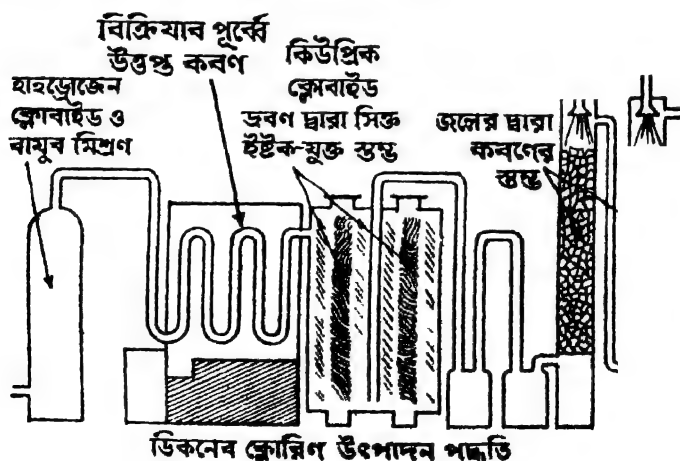
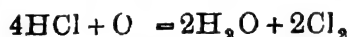
এই ক্যালসিয়াম ম্যাগনাইট কালো পাতলা কাদার আকারে জারক ঘরের নীচে জমা হয়। ইহাকে ওয়েলডন কাদা (Weldon mud) বলে। ওয়েলডন কাদাকে জারক ঘরের নীচে অবস্থিত অল্প একটি ট্যাঙ্কে লইয়া থিতাইতে দেওয়া হয়। সেখান হইতে এই কাদাকে পাইরোলুসাইটের পরিবর্তে ক্লোরিন উৎপাদনের জন্য ব্যবহৃত বড় পাথরের পাথ্রে লওয়া হয়। এই কাদাই হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিডকে জারিত করে।



তাই একই ম্যাগনাইজ ডাই অক্সাইড ঘুরাইয়া ঘুরাইয়া ব্যবহার করিয়া হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড হইতে ক্লোরিন উৎপাদন করা হয়।

এই পদ্ধতিতে যত হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড ব্যবহার করা হয় তাহার শতকরা ৩০ ভাগ মাত্র জারিত হইয়া ক্লোরিন দিয়া থাকে। বাকী হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড ক্যালসিয়াম ক্লোরাইডে পরিবর্তিত হইয়া নষ্ট হয়।

(খ) ডিকনের পদ্ধতি এই পদ্ধতিতে বায়ুর অক্সিজেন হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিডকে জারিত করিতে ব্যবহৃত হয়। মূলত বায়ুর অক্সিজেন হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিডের সহিত উত্তপ্ত করিলে অতি সামান্য পরিমাণ হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড জারিত হইয়া অতি সামান্য পরিমাণ ক্লোরিন দেয়।



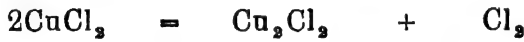
চিত্র ন ৪৫

কিছু 450° সেন্টিগ্রেড উষ্ণতায় কিউপ্রিক ক্লোরাইড অল্পখটক হিসাবে ব্যবহার

করিলে বিক্রিয়াটি খুব ত্বরান্বিত হয় এবং জাঁরনের ফলে প্রয়োজনমত ক্লোরিন পাওয়া যায়।

এই পদ্ধতিতে সোডিয়াম ক্লোরাইড ও গাঢ় সলফিউরিক অ্যাসিড হইতে পণ্য উৎপাদনে উদ্ভূত হাইড্রোজেন ক্লোরাইড এবং বায়ুর মিশ্রণ একটি স্তম্ভে লইয়া ধূলিমুক্ত করা হয়। তাহার পর একটি উত্তপ্ত প্রকোষ্ঠে (preheater) অবস্থিত লোহার নলের (iron pipe) মধ্য দিয়া লইয়া মিশ্রণটিকে 220° সেন্টিগ্রেডে উত্তপ্ত করা হয়। তাহার পর উত্তপ্ত মিশ্রণটিকে অপর একটি লোহার স্তম্ভের (Contact Chamber) মধ্য দিয়া পরিচালিত করা হয়। এই স্তম্ভের মধ্যে ভাঙ্গা ইট কিউপ্রিক ক্লোরাইড দ্রবণ দ্বারা সিক্ত কবিয়া শুষ্ক অবস্থায় আনয়নের পর 440° সেন্টিগ্রেডে উত্তপ্ত করিয়া রাখা হয়। স্তম্ভে হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড জারিত হয় এবং ক্লোরিন উদ্ভূত হয়। এই উদ্ভূত ক্লোরিন গ্যাসকে পর পর দুইটি স্তম্ভে জল দ্বারা ধৌত করিয়া হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড গ্যাস হইতে মুক্ত করা হয় এবং অন্ত্য একটি স্তম্ভে গাঢ় সলফিউরিক অ্যাসিড দ্বারা শুষ্ক করা হয়।

প্রথমে 450° সেন্টিগ্রেডে কিউপ্রিক ক্লোরাইড ভাঙ্গিয়া কিউপ্রাস্ ক্লোরাইড এবং ক্লোরিন গ্যাস হয়।

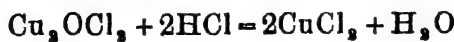


কিউপ্রিক ক্লোরাইড      কিউপ্রাস্ ক্লোরাইড      ক্লোরিন

এই কিউপ্রাস্ ক্লোরাইড বায়ুর অক্সিজেনের সহিত বিক্রিয়া দ্বারা কিউপ্রাস্ অক্সি-ক্লোরাইড উৎপন্ন করে।  $2\text{Cu}_2\text{Cl}_2 + \text{O}_2 = 2\text{Cu}_2\text{OCl}_2$

কিউপ্রাস্ অক্সি ক্লোরাইড।

এই কিউপ্রাস্ অক্সি ক্লোরাইড হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড গ্যাসের সহিত ক্রিয়া করে এবং কিউপ্রিক ক্লোরাইড গঠন করে।



উৎপন্ন কিউপ্রিক ক্লোরাইড আবার উত্তাপে ভাঙ্গিয়া কিউপ্রাস্ ক্লোরাইড দেয়।

এই বিক্রিয়াগুলি অবিরাম চক্রাকারে চলিতে থাকে এবং ক্লোরিন সমানেই উৎপন্ন হয়।

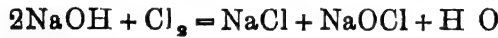
এই পদ্ধতিতে হাইড্রোজেন ক্লোরাইডের শতকরা 60 ভাগ জারিত হইয়া ক্লোরিন হয় এবং অবশিষ্ট শতকরা 40 ভাগ ধৌতকরণের স্তম্ভের নীচে হইতে স গ্রহণ করিয়া পুনর্ব্যবহার করা হয়। কিন্তু এই পদ্ধতিতে উৎপন্ন ক্লোরিনের সহিত ব্যবহৃত



বায়ুর সমগ্র নাইট্রোজেন মিশিয়া থাকে। সেই কারণে ইহা খুব পাতলা ক্লোরিন (৫-10%)। এই ক্লোরিন দ্বারা বিশেষ যত্নে ব্রিচি, পাউডার তৈয়ারী করা হয়। ইহা পরে বর্ণিত হইয়াছে (২৬১ পৃ দেখ)।

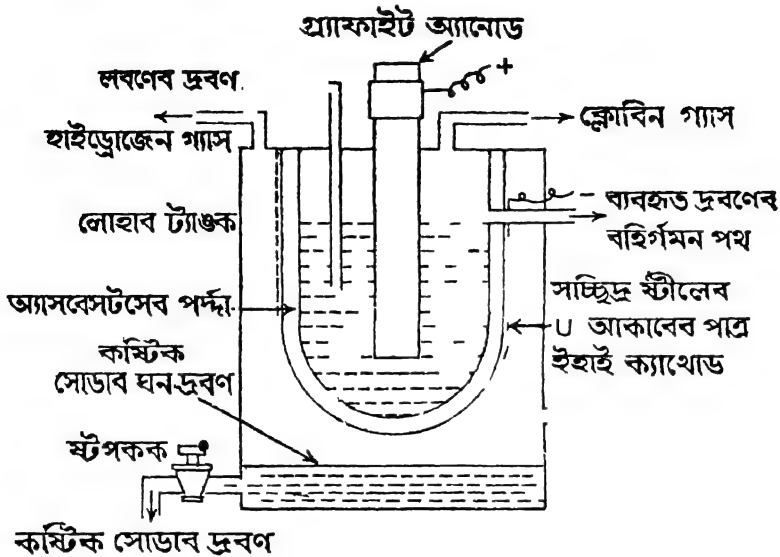
(গ) তড়িৎ বিশ্লেষণ প্রণালী বর্তমানে ক্লোরিনের পণ্য উৎপাদন সোডিয়াম ক্লোরাইডের (গলিত fused অথবা দ্রবণ) তড়িৎ বিশ্লেষণ দ্বারা সম্পন্ন করা হয়। সোডিয়াম ক্লোরাইডের দ্রবণে তড়িৎ বিশ্লেষণ দ্বারা কঠিক সোডা বহুল পরিমাণে তৈয়ারী করা হয় এবং তাহাতে গাঢ় ক্লোরিন উপজাত হিসাবে প্রচুর পরিমাণে উৎপন্ন হয়। হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড অপেক্ষা সোডিয়াম ক্লোরাইডের দাম অনেক কম তাহা সহজে বোঝা যায় কারণ সোডিয়াম ক্লোরাইড হইতেই হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড উৎপন্ন হয়। সেই কারণে ওয়েলডন ও ডিকন পদ্ধতি লোপ পাইয়াছে এবং প্রয়োজনীয় সমস্ত ক্লোরিন বর্তমানে তড়িৎ বিশ্লেষণ দ্বারা সোডিয়াম ক্লোরাইড হইতে প্রস্তুত করা হইতেছে।

নেলসন কোষ (Nelson Cell) এই কোষে উৎপন্ন ক্লোরিন এবং উৎপন্ন সোডিয়াম হাইড্রক্সাইড পবম্পব যাহাতে মিলিত হইতে পারে তাহার ব্যবস্থা আছে। ইহাব কারণ ক্লোরিনের সহিত সহজে কঠিক সোডার বিক্রিয়া ঘটে এবং তাহার ফলে সোডিয়াম ক্লোরাইড পুনর্গঠিত হয়।



একটি ইস্পাত নির্মিত ট্যাঙ্কে একটি U আকারের স্টীলব পাতের তৈয়ারী শঙ্খি পাত্র বসানো হয়। এই পাত্রটি ক্যাথোডরূপে ব্যবহৃত হয়। স্টীলের পাতের ছিদ্রগুলির উপর অ্যাসবেস্টের পরদা দেওয়া থাকে। স্টীল ট্যাঙ্কের নীচে একটি ষ্টপ ককযুক্ত নল এবং উপরে একটি গ্যাস নির্গমনন লাগানো থাকে। ট্যাঙ্কের এবং U আকারের পাতের মুখ সিমেন্ট দিয়া বন্ধ করা হয়। উপরে স যুক্ত নল দিয়া U আকারের পাত্রে প্রয়োজনমত সোডিয়াম ক্লোরাইডের দ্রবণ (brine) যোগ করা হয় এবং U আকারের পাত্রে পার্শ্বে অবস্থিত একটি বহির্গমন নল দিয়া ব্যবহৃত দ্রবণ বাতির হইয়া যায়। U আকারের পাত্রে চাকনার সহিত একটি গ্যাস নির্গমন লাগানো থাকে। উপরের চাকনার ভিতর দিয়া একটি গ্র্যাফাইটের তৈয়ারী দণ্ড সোডিয়াম ক্লোরাইডের দ্রবণের ভিতর বসানো হয়। এই গ্র্যাফাইটের দণ্ড অ্যানোড হিসাবে ব্যবহৃত হয়। U আকারের পাত্রটিকে ব্যাটারীর ঋণাত্মক মেরুর সহিত যোগ করা হয় এবং গ্র্যাফাইটের

দশটিকে উক্ত ব্যাটারীর ধনাত্মক মেরুর সহিত সংযুক্ত করা হয়। তড়িৎপ্রবাহ সোডিয়াম ক্লোরাইডের দ্রবণের ভিতর দিয়া চালনা করার ফলে সোডিয়াম ক্লোরাইড

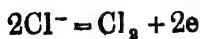


চিত্র নং 46

ভাঙ্গিয়া গিয়া ঋণাত্মক তড়িৎ দ্বারে সোডিয়াম এবং ধনাত্মক তড়িৎ দ্বার ক্লোরিং উৎপন্ন হয়। সোডিয়াম অ্যাসবেস্টসেব পর্দার ভিতর দিয়া U আকারের পাত্রের বাহিরে আসে এবং সেখানে ট্যাঙ্কে গায়ে লাগানো স্টীম পাইপ দ্বারা চালিত স্টীমের সহিত বিক্রিয়ার ফলে ঘন কঠিনক সোডার দ্রবণ উৎপন্ন করে। উদ্ভূত ক্লোরিং নির্গমন দিয়া বাহির হয়। এই ক্লোরিংকে সোডিয়াম ক্লোরাইডের দ্রবণের উপর সংগ্রহ করা হয়। পরে গাঢ় সলফিউরিক অ্যাসিডের ভিতর দিয়া চালনা করিয়া ক্লোরিং শুষ্ক করা হয় এবং উচ্চ চাপে শুষ্ক ক্লোরিংকে তরল করিয়া লোহার চোঙে ভর্তি করিয়া বাজারে বিক্রয়ের জন্য পাঠানো হয়।



অ্যানোডে



ক্যাথোডে



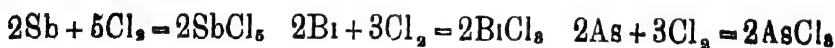
আরও বহুপ্রকারের কোষ এইভাবে কঠিনক সোডা ও ক্লোরিং উৎপাদনে ব্যবহৃত হয়।

০ ক্লোরিনের ধর্ম (i) ক্লোরিন একটি ফিকে আভাযুক্ত হলুদ বর্ণের গ্যাস। (ii) ইহার একটি তীব্র অগ্নীতিকর গন্ধ আছে। (iii) ইহা একটি বিষাক্ত গ্যাস। ক্লোরিন শ্বাসের সহিত টানিলে নাক ও গলার শ্লেষ্মির ঝিল্লী ক্ষয় করে এবং অতিরিক্ত পরিমাণে টানিলে মৃত্যু পর্যন্ত ঘটায়। (iv) ইহা বায়ু অপেক্ষা আড়াই গুণ ভারী। (v) ইহা জলে সামান্য মাত্রায় দ্রাব্য এবং জলের দ্রবণে ক্লোরিনের বর্ণ ও গন্ধ বিদ্যমান থাকে। এই দ্রবণকে ক্লোরিন জল (chlorine water) বলা হয়। সাধারণ লবণের দ্রবণে ইহার দ্রাব্যতা খুবই কম। (vi) ক্লোরিনকে বরফ দ্বারা শীতল কবিয়া অল্প চাপ দিলেই ইহা হলুদ বর্ণের তরলে রূপান্তরিত হয়।

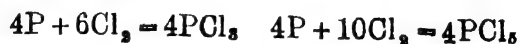
### ক্লোরিন একটি অত্যন্ত ক্রিয়াশীল মৌল

(vii) ক্লোরিন নিজে দাহ্য নয় কিন্তু ইহা দহনের সুহায়ক। ফসফোরাস, সোডিয়াম পটাসিয়াম ক্যালসিয়াম অ্যান্টিমনি বিসমাথ কপার প্রভৃতি মৌলিক পদার্থ গ্যাসে দিলে জ্বলিতে থাকে এবং উহাদের ক্লোরাইড উৎপন্ন হয়।

পরীক্ষা (ক) ক্লোরিন গ্যাসপূর্ণ জারে খাতব অ্যান্টিমনির গুড়া সামান্য উত্তপ্ত কবিয়া ছুরিক ডগা হঠাতে ফেলা হয়। ফুলঝুরি মত অগ্নিকণা অ্যান্টিমনির স্বত প্রজ্বলন হইতে উৎপন্ন হয়। জারের নীচে অ্যান্টিমনি ক্লোরাইড জমা হয়। এইরূপে আসে নিক বা বিসমাথের গুড়া ফেলিলেও অগ্নিফুলঙ্গ ছড়াইয়া পড়ে এবং তাহাদের ক্লোরাইড উৎপন্ন হয়।



(খ) উজ্জ্বলন চামচে (Deflagrating spoon) সাদা ফসফোবাস লইয়া একটি ক্লোরিনপূর্ণ গ্যাসজারে ঢোকানো হয়। ফসফোরাস জ্বলিয়া উঠে এবং ফসফোরাসের ক্লোরাইড উৎপন্ন হয়।



(গ) সোনালী পাতা (Dutch metal) একটি ক্লোরিনপূর্ণ গ্যাসজারে নিক্ষেপ করা হয়। সোনালী পাতা জ্বলিয়া উঠে এবং কিউপ্রিক ক্লোরাইড উৎপন্ন হয়।



(viii) ইহার হাইড্রোজেনের সহিত যুক্ত হইবার জন্য প্রবল আসক্তি আছে। সেই কারণে ইহা মুক্ত হাইড্রোজেনের সহিত অতি সহজে যুক্ত হয়।

**পরীক্ষা** (ক) হাইড্রোজেন গ্যাস এর ক্লোরিন গ্যাস সমুপরিমাণে একটি গ্যাসজারে অন্ধকার ঘরের মিশানো হয়। মিশ্রণটি সমেত গ্যাসজারটি রৌদ্রে ধরিলে বিস্ফোরণ সহকারে রাসায়নিক বিক্রিয়া ঘটে এবং হাইড্রোজেন ক্লোরাইড উৎপন্ন হয়। রৌদ্রে না ধরিয়া ঘরের ভিতরের আলোয় ধরিলে বিস্ফোরণ হয় না কিন্তু হাইড্রোজেন ও ক্লোরিনের ভিতর ধীরে ধীরে রাসায়নিক বিক্রিয়া ঘটে। ম্যাগনেসিয়ামের ফিতায় আগুন ধরাইয়া উৎপন্ন আলোয় মিশ্রণটিকে ধরিলে হাইড্রোজেন ও ক্লোরিনের মিশ্রণে বিস্ফোরণ সহকারে বিক্রিয়া ঘটে। মিশ্রণে অগ্নি সঞ্চার করিলেও বিস্ফোরণ সঞ্চারিত হয়।  $H_2 + Cl_2 \rightarrow 2HCl$

(খ) প্রজ্জ্বলিত হাইড্রোজেন শিখা ক্লোরিন গ্যাসের ভিতর প্রবেশ করানো হইলে উহা জ্বলিতে থাকে এবং হাইড্রোজেন ক্লোরাইডের ধোয়া দেখিতে পাওয়া যায়।

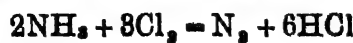
**যৌগের হাইড্রোজেন ও ক্লোরিন টানিয়া লইয়া তাহার সহিত সংযুক্ত হয়।**

**পরীক্ষা** (ক) গ্যাসজারে ক্লোরিন গ্যাস ভর্তি করিয়া তাহার ভিতর উজ্জ্বলন চামচে একটি মোমবাতি জ্বালাইয়া চামচটি নামাইয়া দেওয়া হয়। মোমবাতিটি লাল অশুজ্বল ধোয়াটে শিখার (lurid flame) সহিত জ্বলে এবং হাইড্রোজেন ক্লোরাইড ও বুল (soot) উৎপন্ন হয়।

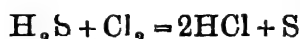
(খ) জলমুক্ত তাপিন তৈলে ফিণ্টার কাগজ ডুবাইয়া ক্লোরিন গ্যাসের ভিতর ছাড়িয়া দেওয়া হয়। ফিণ্টার কাগজ জ্বলিয়া উঠে এবং হাইড্রোজেন ক্লোরাইডের ধোয়া এবং কার্বন উৎপন্ন হয়।  $C_{10}H_{16} + 8Cl_2 = 10C + 16HCl$

হাইড্রোজেন ও কার্বনের যৌগকে হাইড্রোকার্বন বলে এবং বাতি ও তাপিন তৈল দুইটি বিভিন্ন হাইড্রোকার্বন। ইহাদের হাইড্রোজেনের সহিত ক্লোরিন যুক্ত হয় এবং কার্বন বুলের আকারে উৎপন্ন হইয়া গ্যাসজারের গায়ে লাগিয়া থাকে।

(ix) হাইড্রোজেনের প্রতি এই আসক্তিব ফলে ক্লোরিন অতি শক্তিশালী জারক হিসাবে ক্রিয়া করে। যৌগ হইতে হাইড্রোজেন অপসারণকে জারণপ্রক্রিয়া বলে। এই সমস্ত জারণক্রিয়ায় ক্লোরিন নিজে বিজারিত হইয়া হাইড্রোজেন ক্লোরাইডে পরিণত হয়। উদাহরণস্বরূপ অ্যামোনিয়া ও হাইড্রোজেন সালফাইড হইতে ক্লোরিন দ্বারা হাইড্রোজেন অপসারণের বিক্রিয়া সমীকরণ দ্বারা দেখানো হইল।



**দ্রষ্টব্য** — অতিরিক্ত ক্লোরিনের উপস্থিতিতে ভবনর বিক্ষোভক নাইট্রোজেন ট্রাইক্লোরাইড উৎপন্ন হয়।



সময় সময় ক্লোরিন কোন কোন পদার্থের সহিত সোজাখুজি যুক্ত হইয়া পদার্থগুলিকে জারিত কবে। যেমন উদাহরণ হিসাবে ফেরাস ক্লোরাইড ও ষ্ট্যানস্ ক্লোরাইডের ক্লোরিনের সহিত বিক্রিয়ার ফলে ফেরিক ক্লোরাইডে ও ষ্ট্যানিক ক্লোরাইডে পরিবর্তন উল্লেখ করা যায়



আবার জলের উপস্থিতিতে ক্লোরিন পদার্থের সহিত অক্সিজেন যুক্ত কবিতা দিয়া জারণপ্রক্রিয়া নিম্নরূপ করে। উদাহরণস্বরূপ বলা যায় যে সলফার ডাই অক্সাইডের ক্লোরিনেব সহিত জলের উপস্থিতিতে বিক্রিয়া হয় এবং সলফিউরিক অ্যাসিড উৎপন্ন হয়।  $\text{Cl}_2 + \text{SO}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = 2\text{HCl} + \text{H}_2\text{SO}_4$

(x) ক্লোরিনের অবস্থানভেদে জলের সহিত নানাভাবে বিক্রিয়া ঘটয়া থাকে।

(ক) হিম শীতল (0 সেন্টিগ্রেড) জলের ভিতর ক্লোরিন গ্যাস দিলে ক্লোরিন হাইড্রেটের  $(\text{Cl}_2, 10\text{H}_2\text{O})$  সাদা স্লেস উৎপন্ন হয়।

(খ) সাধারণ উষ্ণতায় জলে ক্লোরিন গ্যাস দ্রবীভূত হয় এবং দ্রবণের বর্ণ হলদে হয়। এই দ্রবণকে ক্লোরিন জল (chlorine water) বলে তাহা পূর্বেই উল্লিখিত হইয়াছে।

(গ) ক্লোরিন জল বাষ্প দিলে ইহা আর্দ্র বিশ্লেষ (hydrolyses) হয় এবং দ্রবণে হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড ও হাইপোক্লোরাস অ্যাসিড ( $\text{HOCl}$ ) উৎপন্ন হয়।  $\text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O} = \text{HCl} + \text{HOCl}$

(ঘ) ক্লোরিন জলকে বেশী দিন রাখিয়া দিলে বা উজ্জ্বল স্বর্ণালোকে রাখিলে হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড মাত্র দ্রবণে থাকে এবং অক্সিজেন গ্যাস বাহির হইয়া আসে।  $2\text{Cl}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = 4\text{HCl} + \text{O}_2$

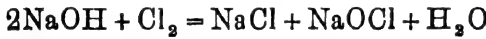
সেইজন্ত পুরাতন ক্লোরিন জল নীল লিটমাসকে লাল করে। কিন্তু যুক্ত ক্লোরিন দ্রবীভূত অবস্থায় থাকিলে নীল লিটমাসের রং একেবারে চলিয়া (bleached) বাইত।

**দ্রষ্টব্য** —প্রথম অবস্থায় ক্লোরিন জলে যে হাইপোক্লোরাস্ অ্যাসিড উৎপন্ন হয় তাহা বিল্লিষ্ট হইয়া জায়মান অক্সিজেন (nascent oxygen) উৎপাদন করে। এই জায়মান অক্সিজেনের উদ্ভবের জন্তই ক্লোরিন জল হারক, বিরঞ্জক এবং বীজাণু নাশক।  $\text{HOCl} = \text{HCl} + \text{O}$  (জায়মান অক্সিজেন)

(ঙ) ষ্টীমের সহিত ক্লোরিন সহজেই রাসায়নিকভাবে ক্রিয়া করিয়া হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড ও অক্সিজেন উৎপন্ন করে।  $2\text{Cl}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = 4\text{HCl} + \text{O}_2$

(খ) ক্ষারের সহিত ক্লোরিনের দুইভাবে বিক্রিয়া ঘটে

(ক) ঠাণ্ডা এবং পাতলা ক্ষার (যথা কষ্টিক সোডা কষ্টিক পটাস) ক্লোরিনের সহিত ক্রিয়া করিয়া ক্লোবাইড এবং হাইপোক্লোরাইট উৎপন্ন করে।



(খ) অতিরিক্ত ক্লোরিন গ্যাস উষ্ণ ক্ষারের সহিত বিক্রিয়া দ্বারা ক্লোবাইড এবং ক্লোরেট উৎপাদন করে।



সোডিয়াম ক্লোরেট



পটাসিয়াম ক্লোরেট

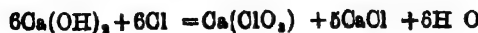
পটাসিয়াম ক্লোরেট সাদা কেলস হিসাবে দ্রবণের তলায় জমা হয়। ইহা একটি অতি প্রয়োজনীয় রাসায়নিক। পরীক্ষাগারে অক্সিজেন প্রস্তুত করিতে ইহার ব্যবহাব হয়। পর্বীক্ষাগারের বাহিবে পটাসিয়াম ক্লোরেট বাজী তৈয়ারী করিতে এবং বিস্ফোরণ ঘটাইতে ব্যবহৃত হয়।

**দ্রষ্টব্য** —চূনের জল এবং চুন-গালা (milk of lime) ক্ষাবের দ্রবণ ও জলের সহিত ক্ষারের মিশ্রণ। হুতরাং ইহাদের সহিতও ক্লোরিনের উপরে লিখিত মত বিক্রিয়া ঘটে।

ঠাণ্ডা এবং পাতলা চূনের জলের সহিত কম পরিমাণ ক্লোরিন ক্রিয়া করিয়া ক্যালসিয়াম ক্লোবাইড এবং ক্যালসিয়াম হাইপোক্লোরাইট গঠন করে।



অতিরিক্ত ক্লোরিন উষ্ণ চুনগোলার ভিতর অতিক্রম করাইলে ক্যালসিয়াম ক্লোবাইড এবং ক্যালসিয়াম ক্লোরেট উৎপন্ন হয়।

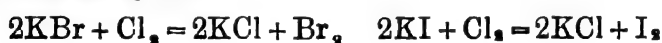


কিছু শুক কলি চুন [Slaked lime  $\text{Ca(OH)}_2$ ] কেবলমাত্র পাথুরে চুন হইতে নির্দিষ্ট পরিমাণ জলের বিক্রিয়ায় উৎপন্ন হয়  $\text{CaO} + \text{H}_2\text{O} = \text{Ca(OH)}_2$  ] ক্লোরিনের সহিত ৪০ সেন্টিগ্রেড উষ্ণতায় ক্রিয়া করিয়া ব্লিচি পাউডার (bleaching powder) দেয়।  $\text{Ca(OH)}_2 + \text{Cl}_2 = \text{Ca(OCl)Cl} + \text{H}_2\text{O}$

এই ব্লিচি পাউডার একটি অতি প্রয়োজনীয় রাসায়নিক। ইহার বিষয় পরে বলা হইয়াছে (পৃ ২৫৯ দেখ)। ইহার রাসায়নিক নাম ক্যালসিয়াম ক্লোরো হাইপো ক্লোরাইট।

পাথুবে চুনের সহিত সাধারণ উষ্ণতায় ক্লোরিনেব কোন ক্রিয়া হয় না। কিন্তু লোহিত তাপে পাথুরে চুন ক্লোরিনের সহিত ক্রিয়া করিয়া ক্যালসিয়াম ক্লোরাইড দেয় এবং অক্সিজেন গ্যাস বাহির হইয়া আসে।  $2\text{CaO} + 2\text{Cl}_2 = 2\text{CaCl}_2 + \text{O}_2$

(xii) ক্লোরিন ব্রোমাইড এবং আয়োডাইড হইতে যথাক্রমে ব্রোমিন এবং আয়োডিন মুক্ত কবে। কার্বন ডাই সলফাইডযুক্ত পটাশিয়াম ব্রোমাইডের দ্রবণে ক্লোরিন জল যোগ করিয়া ঝাঁকাইয়া রাখিয়া দিলে দ্রবণের নিম্নে যে কার্বন ডাই সলফাইডের স্তর উদ্ভূত হয় তাহা কমলালেবুর রং এর হয়। কারণ ব্রোমিন কার্বন ডাই সলফাইডে দ্রবীভূত হয়।



উক্তরূপে পরীক্ষা পটাশিয়াম আয়োডাইড লইয়া কবিলে কার্বন ডাই সলফাইডের স্তর বেগুনী রং এর হয়।

(xiii) কার্বন মনোক্সাইডের সহিত ক্লোরিন সরাসরি যুক্ত হইয়া কার্বনিক ক্লোরাইড বা ফস্জেন গ্যাস গঠন করে।  $\text{CO} + \text{Cl}_2 = \text{COCl}_2$

৩ (xiv) ক্লোরিন একটি বিরঞ্জন গুণবিশিষ্ট গ্যাস।

আর্দ্রতার (moisture) উপস্থিতিতে ক্লোরিন গ্যাস উদ্ভিদ হইতে সঞ্জাত রসিন দ্রব্যকে বর্ণশূন্য করে। আর্দ্রতা না থাকিলে ক্লোরিনের নিজের এই বিরঞ্জন ক্ষমতা দেখা যায় না। ক্লোরিন প্রথমে জলের সহিত ক্রিয়া করিয়া জায়মান অক্সিজেন উৎপন্ন করে। এই জায়মান অক্সিজেন রসিন দ্রব্যের রং কে জারিত করিয়া নাশ করে, কারণ রং হইতে উৎপন্ন জারিত পদার্থ বর্ণহীন। সুতরাং শুক ক্লোরিন শুক দ্রব্যকে বিরঞ্জিত করে না।

পরীক্ষা ০ শুক ক্লোরিনে ভর্তি করিয়া কয়েকটি গ্যাসজার লওয়া হয়। তাহার ভিতর শুক লাল ফুল নীল লিটমাসের গুড়া, লাল কালিতে ভিজাইয়া

পরে শুষ্ক করা কাপড়ের টুকরা এবং লিখিবার কালি দিয়া লেখা, ছাপিবার কালি লাগানো এবং পেন্সিল দিয়া লেখা কাগজের টুকরা ছাড়িয়া দেওয়া হয়। কিন্তু কোন দ্রব্যই বিরঞ্জিত হয় না। তাহার পর প্রত্যেক গ্যাসজারে একটু একটু জল ছিটাইয়া দেওয়া হয়। তখন দেখা যায় যে ছাপাকালি লাগানো ও পেন্সিল দিয়া লেখা কাগজেব দাগ থাকিয়াই যায় কিন্তু অল্প সকল দ্রব্যের র চলিয়া গিয়া সাদা হয়। ছাপা কালিতে এবং পেন্সিলে কার্বন থাকে এবং যাহা হয় তাহা কার্বনের জন্ত। ক্লোরিংয়ের কার্বনের সহিত কোন ক্রিয়া হয় না।

**ক্লোরিংয়ের অভীক্ষণ** (i) ক্লোরিংকে তাহার ফিকে সবুজ র তীব্র স্বাসরোধী ব্রিচি পাউডারের মত গন্ধ এবং র নাশক গুণ দ্বারা চিনিতে পারা যায়।

(ii) **রাসায়নিকভাবে পরীক্ষা** এক গানি কাগজকে প্রথমে খেতসারের (starch) দ্রবণে ডুবাইয়া তাহাব লব পটাসিয়াম আয়োডাইডের দ্রবণে ডোবানো হয়। ইহাকে আয়োডাইড যুক্ত খেতসার কাগজ (iodised starch paper) বলে। এই কাগজ ক্লোরিং গ্যাসে ধবিলে কাগজটি নীলবর্ণ প্রাপ্ত হয়। ইহার কারণ ক্লোরিং পটাসিয়াম আয়োডাইড হইতে আয়োডিন মুক্ত কবে এবং সেই আয়োডিন খেতসারের সহিত নীল র এবং যোগ উৎপন্ন কবে।

**দ্রষ্টব্য** যে কোন জাবক দ্রব্য এইরূপভাবে আয়োডাইড যুক্ত খেতসার কাগজকে নীল কবে। তাই (i) এবং (ii) একত্রে ক্লোরিংকে চিনাইতে পাবে।

**ক্লোরিংয়ের ব্যবহার** (i) জলের জীবাণু নাশ করিতে এবং অ্যান্টিসেপটিক (antiseptic) হিসাবে (ii) কাগজ ও বস্ত্রশিল্পে বিবজ্জক হিসাবে এবং (iii) ব্রিচি পাউডার, ক্লোরোফর্ম, ব্রোমিন প্রভৃতি দ্রব্যের পণ্য উৎপাদনে ও (iv) বিপুল হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড ও যুদ্ধ ব্যবহার কবিবার জন্ত বিবাক্ত গ্যাস (যথা mustard gas phosgene gas chloropicrin gas ইত্যাদি) প্রস্তুত করিতে ক্লোরিং ব্যবহৃত হয়। মুক্ত ক্লোরিং গ্যাসও সময় সময় যুদ্ধে বিবাক্ত গ্যাস হিসাবে ব্যবহৃত হইয়া থাকে।

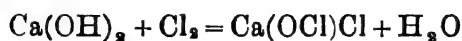
### (ঘ) ব্লিচিং পাউডার (Bleaching Powder)

সংকেত  $\text{Ca}(\text{OCl})\text{Cl}$

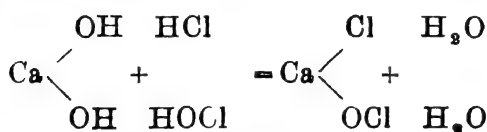
ব্রিচিং পাউডার বা বিবজ্জক চূর্ণ বিবজ্জক হিসাবে এবং সংক্রামক ব্যাধির জীবাণুনাশক হিসাবে বহুল পরিমাণে ব্যবহৃত হয় এবং সেই কারণে ইহার পণ্য উৎপাদন প্রত্যেক দেশের শিল্পজগতে একটি বিশেষ স্থান পাইয়া থাকে।



তুষ্ক কলিচূনের উপর ক্লোরিণের বিক্রিয়া দ্বারা ব্লিচি পাউডার তৈয়ারী করা হয়। এই বিক্রিয়ায় তাপ উদ্ভূত হয়, উষ্ণতা বৃদ্ধি পায় এবং তাহাতে বিক্রিয়া পুরাপুরি ঘটিতে পারে না। তাই বিক্রিয়ার সময় উষ্ণতা যাহাতে 40 সেন্টিগ্রেডের উপর না যায় তাহার ব্যবস্থা করা হয়।



ব্লিচি পাউডারের রাসায়নিক নাম হইল ক্যালসিয়াম ক্লোরোহাইপোক্লোরাইট। ইহাকে হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড এবং হাইপোক্লোরাস অ্যাসিডের (HOCl) যুগ্ম লবণ বলা যাইতে পারে।



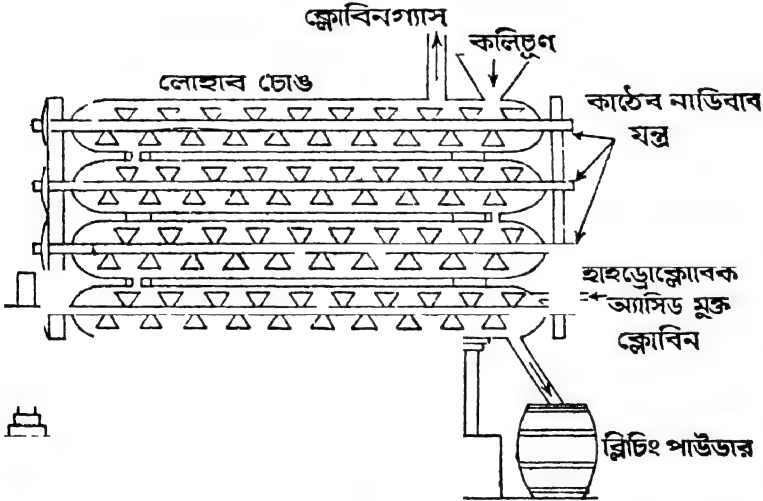
পণ্য-উৎপাদন (১) গাঢ় ক্লোরিণ (ওয়েলডন পদ্ধতিতে বা তড়িৎ-বিশ্লেষণে প্রাপ্ত) হইতে একসাথী সীসা (লেড) নির্মিত এবং সিমেন্টের মেঝেযুক্ত বায়ুনিক্রম প্রকোষ্ঠে প্রায় 4 ইঞ্চি গভীর স্তরে প্রায় তুষ্ক (আর্দ্রতার পরিমাণ শতকরা 4 ভাগের বেশী হইতে পারিবে না) কলিচূন রাখা হয়। সিমেন্টের মেঝের ভিতর কয়েকটি নল থাকে এবং নলের ভিতর দিয়া শীতল ক্যালসিয়াম ক্লোরাইডের দ্রবণ প্রবাহিত করিয়া কলিচূনের উষ্ণতা 40 সেন্টিগ্রেডের ভিতর রাখা হয়। কলিচূনকে মাঝে মাঝে নাড়িয়া দিবার জন্য কাঠের হাতা (stirrer) চূনের সহিত সংযুক্ত করিয়া রাখা হয়। বিক্রিয়ার শেষে দিকে অবশিষ্ট ক্লোরিণ গ্যাস শোষণ করিবার জন্য ইলেকট্রিক পাখা দ্বারা কলিচূনের গুড়া ধুলার মত প্রকোষ্ঠের ভিতর ছিটাইয়া দিবার ব্যবস্থা থাকে। প্রকোষ্ঠের দরজা কাচের তৈয়াবী তাহাতে ভিতরের সমস্ত ক্লোরিণ শোষিত হইয়া কিনা তাহা বাহির হইতে দেখিয়া বুঝা যায়। ক্রিয়াশেষে যাহাতে ব্লিচি পাউডার বাহির করিতে পারা যায় তাহার জন্য মেঝেতে একস্থানে একটি গর্ত বাঁধিয়া তাহা কাঠ দিয়া বন্ধ করা থাকে এবং সেই কাঠ সরাইবার ব্যবস্থা থাকে।

প্রথমে কলিচূনের স্তরকে আঁচড়াইয়া (furrowed) ক্লোরিণ সমভাবে শোষিত হইবার ব্যবস্থা করিয়া দেওয়া হয় তাহার পর প্রকোষ্ঠের উপরে অবস্থিত একটি প্রবেশ নলের সাহায্যে প্রকোষ্ঠের ভিতরে তুষ্ক ক্লোরিণ গ্যাস (হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড গ্যাস এবং কার্বন ডাই অক্সাইড হইতে মুক্ত) চালিত করা হয়। মাঝে

মাঝে কাঠের হাতা দ্বারা কলিচুনকে নাড়িয়া দেওয়া হয়। ক্রোরিং কলিচুন দ্বারা শোষিত হয় এবং ধীরে ধীরে ব্লিচি পাউডার উৎপন্ন হয়। কাঠের দরজা এবং জানালার ভিতর দিয়া ক্রোরিং গ্যাসের বর্ণ দেখিয়া বুঝা যায় যে ক্রোরিং গ্যাস আব শোষিত হইতেছে না। প্রায় ৪০ ঘণ্টায় বিক্রিয়াটি সম্পূর্ণ হয়। তাহার পর ইলেকট্রিক পাখার সাহায্যে কলিচুনেব গুড়া সামান্য পরিমাণে প্রকোষ্ঠের ভিতর ছড়াইয়া দেওয়া হয়। ক্রিয়াশেষে প্রকোষ্ঠের দরজা খুলিয়া কোদাল দিয়া পাউডারকে মেঝেব কাঠ সরাইয়া যে ছিদ্র হয় তাহার ভিতর দিয়া পিপেতে ভর্তি করা হয় এবং পিপা ভর্তি হইলে পিপেব মুখ বন্ধ করিয়া বাজারে বিক্রয়ের জন্য পাঠানো হয়।

#### (১১) অতি পাতলা ক্রোরিং (ডিকন পদ্ধতিতে উৎপন্ন) হইতে

হাসেনক্রেভারের উদ্ভাবিত যন্ত্রেব সাহায্যে অত্যন্ত পাতলা ক্রোরিং গ্যাস ব্যবহার করিয়াও ভাল ব্লিচি পাউডার প্রস্তুত করা সম্ভব হইয়াছে। ইহাতে কয়েকটি ঢালাই লোহার তৈয়ারী প্রশস্ত নল বা সিলিণ্ডার পবপর একটিব উপর আর একটি

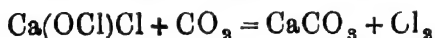


চিত্র নং ৪৭

অমুভূমিকভাবে রাখা হয়। উহাদের প্রত্যেকটি একটি করিয়া ধীরে ধীরে ঘূর্ণায়মান “জুর” সহিত যুক্ত থাকে এবং ঐ জুর সহিত দীর্ঘ আলোড়ক লাগানো থাকে। সকলের উপরের সিলিণ্ডারে একটি বড় কাঁদের চোঙ্গের মধ্য দিয়া গুড়

কলিচুন দেওয়া হয় এবং জু খুরাইয়া আলোড়ক ঘোরানো হয়। আলোড়কের ঘূর্ণনের দ্বারা কলিচুন সিলিগারের এক প্রান্ত হইতে অপর প্রান্তে যায় এবং শেষ প্রান্ত হইতে নির্গমপথে দ্বিতীয় সিলিগারে পতিত হয়। এইভাবে কলিচুন সমস্ত কয়টি সিলিগার অতিক্রম করে। সর্বনিম্ন সিলিগারের ভিতর শেষ প্রান্ত দিয়া পাতলা ক্লোরিণ গ্যাস প্রবেশ করানো হয়। উপরের দিক হইতে কলিচুন নীচে নামিয়া আসে এবং নীচে হইতে ক্লোরিণ গ্যাস উপরে উঠে। বিপরীতমুখী স্রোতের নীতিতে (Counter current Principle) কলিচুন ও ক্লোরিণ নিবিড় স স্পর্শে আসে এবং ব্লিচি পাউডার উৎপন্ন হয়। সর্বনিম্ন সিলিগার হইতে ব্লিচি পাউডার একেবারে পিপেতে ভর্তি করা হয়। সিলিগারের বাহির দিয়া শীতল জলস্রোত প্রবাহিত করিয়া উষ্ণতা নিয়ন্ত্রণ করা হয়।

**ব্লিচি পাউডারের ধর্ম** ব্লিচি পাউডার একটি অনিয়তাকার সাদা গুড়া পদার্থরূপে পাওয়া যায়। ইহা হইতে ক্লোরিনের তীব্র গন্ধ পাওয়া যায়। ইহা উদ্‌গ্রাস্তী নহে। বায়ুর স স্পর্শে আসিলে বায়ুর কার্বন ডাই অক্সাইড দ্বারা ইহা বিলিষ্ট হয় এবং সেই কারণেই ক্লোরিণের গন্ধ পাওয়া যায়।



ইহা জলে সামান্য পরিমাণে দ্রবীভূত হয় এবং জলের দ্রবণে ইহা ক্যালসিয়াম ক্লোরাইড ও ক্যালসিয়াম হাইপোক্লোরাইটের মিশ্রণে পরিণত হয়।



অতি পাতলা খনিজ অ্যাসিডের সন্নিবিষ্ট ক্রিয়ার ফলে ব্লিচি পাউডার হাইপোক্লোরাইড অ্যাসিড দেয় শতকরা ৫ ভাগযুক্ত নাত্রিক অ্যাসিডের দ্রবণেব সহিত পাতনক্রিয়া দ্বারা ইহা হইতে হাইপোক্লোরাইড অ্যাসিড তৈয়ারী করা হয়।



অতি ক্ষীণ অ্যাসিডের ক্রিয়াতেও ব্লিচি পাউডার হইতে হাইপোক্লোরাইড অ্যাসিড উৎপন্ন হয়। সাধারণভাবে তৈয়ারী পাতলা অ্যাসিডের ক্রিয়ায় ক্লোরিণ নির্গত হয়।



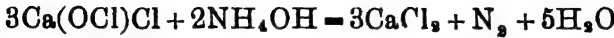
এইভাবে ক্লোরিণ উৎপন্ন হয় বলিয়াই ব্লিচি পাউডার বিরঞ্জক হিসাবে ক্রিয়া করে।

ব্লিচিং পাউডারের জলের মিশ্রণের সহিত সোডিয়াম কার্বনেট যোগ করিলে

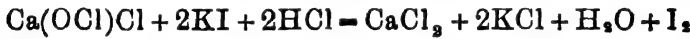
রাসায়নিক বিক্রিয়া ঘটে এবং ক্যালসিয়াম কার্বনেট অধ ক্ষিপ্ত হয় এবং সোডিয়াম ক্লোরাইড ও হাইপোক্লোরাইট দ্রবণে উৎপন্ন হয়।



ব্লিচি পাউডারের শুষ্কতার উপর গাঢ় অ্যামোনিয়ার দ্রবণ যোগ করিলে নাইট্রোজেন গ্যাস উদ্ভূত হয়।

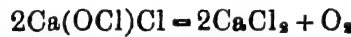


অ্যাসিডের উপস্থিতিতে ইহা পটাসিয়াম অক্সাইড হইতে অক্সিজেনকে মুক্ত করে। ইহা ব্লিচি পাউডারের জারণ ক্ষমতার পরিচায়ক।



কোবাল্টের যৌগসমূহের উপস্থিতিতে ব্লিচি পাউডার বিস্ফিট হয় এবং অক্সিজেন উৎপন্ন হয়।

প্রথমে ব্লিচি পাউডারে যে সামান্য কলিচুন মিশ্রিত থাকে তাহার সহিত বিক্রিয়ায় কোবাল্টাস অক্সাইড উৎপন্ন হয়। এই কোবাল্ট অক্সাইড অমুঘটক হিসাবে ক্রিয়া করিয়া ব্লিচি পাউডার হইতে অক্সিজেন উৎপাদন করে।



**প্রাপ্য ক্লোরিন (Available chlorine)** শুষ্ক এক গ্রাম আণবিক ওজনের (গ্রামে প্রকাশিত ব্লিচি পাউডারের কার্যকরী অংশের অর্থাৎ  $\text{Ca(OCl)Cl}$  এর আণবিক ওজন হইল 127 গ্রাম) ব্লিচি পাউডারের সহিত পাতলা আলোর ক্রিয়ায় যে পরিমাণ ক্লোরিন পাওয়া যায় তাহাকে প্রাপ্য ক্লোরিন বলে। ব্লিচি পাউডারে সাধারণত শতকরা 35.4 ভাগ প্রাপ্য ক্লোরিন থাকে।

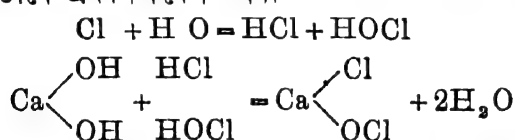
**ব্লিচি পাউডারের ব্যবহার** ব্লিচি পাউডার বীজাণুনাশক হিসাবে জলের বীজাণুনাশ করিতে তুলা ও বস্ত্রশিল্পে এবং কাগজের মণ্ড প্রস্তুতে বিরঞ্জক হিসাবে ক্লোরোফর্ম প্রস্তুত করিতে এবং সাধারণ বীজাণুনাশক হিসাবে ব্যবহৃত হয়।

**বিরঞ্জন প্রণালী (Process of bleaching):** প্রথমে কাপড়ে যে তৈলাক্ত (greasy) পদার্থ লাগিয়া থাকে তাহা অপসারণের জন্য কাপড়কে পাতলা কঠিক সোডার দ্রবণে ফুটাইয়া জলে ধৌত করিয়া লওয়া হয়। তাহার পর ধৌত কাপড়কে ব্লিচি পাউডারের ঠাণ্ডা পাতলা দ্রবণে ডুবাইয়া লইয়া উহাকে অত্যন্ত পাতলা সলফিউরিক অ্যাসিডে ডুবাইতে হয়। ইহাতে ক্লোরিন উৎপন্ন হয় এবং এই উৎপন্ন ক্লোরিন কাপড়কে রং মুক্ত করে। বিরঞ্জিত কাপড়

হইতে অ্যাসিড স্রীভূত করিবার জন্ত কাপড়কে প্রথমে জলে পরে সোডিয়াম কার্বনেটের দ্রবণ দ্বারা এবং ক্লোরিং মুক্ত করিবার জন্ত সর্বশেষে সোডিয়াম সলফাইট বা থায়োসলফেটের দ্রবণ দ্বারা ধৌত করা হয়। পরে বিরঞ্জিত এবং ক্লোরিং মুক্ত কাপড় জলে ধৌত করিয়া শুকাইয়া লওয়া হয়।

**ব্লিচিং পাউডারের সংকেত** ব্লিচিং পাউডার বিতৃষ্ণ অবস্থায় পাওয়া যায় না। সর্বদাই উহা সহিত কিছু কলিচুন এবং জল মিশ্রিত থাকে। সেইজন্য ইহার সংকেত সুনির্দিষ্টভাবে নির্ণয় করা শক্ত। ভিন্ন ভিন্ন সময়ে বিভিন্ন বৈজ্ঞানিক ইহাৰ জন্ত ভিন্ন ভিন্ন সংকেত প্রস্তাব কবিয়াছেন তন্মধ্যে ওডলিং (Odling) এর সংকেত গ্রহণযোগ্য হওয়ায় তাহাই প্রচলিত আছে।

ওডলিং এবং মতে ইহার সংকেত হইল  $\text{Ca}(\text{OCl})\text{Cl}$  এবং ইহার বাসায়নিক নাম হইল ক্যালসিয়াম ক্লোরোহাইপোক্লোরাইট। এই সংকেত ইহার ক্লোরিং হইতে উৎপাদন ভালভাবে প্রকাশ করে। যথা



এই সংকেতে ব্লিচিং পাউডারে ক্যালসিয়াম ক্লোরাইডের অস্তিত্ব দেখায় না। কঠিন ব্লিচিং পাউডারে ক্যালসিয়াম ক্লোরাইড নাই কারণ ব্লিচিং পাউডার উদ্গ্রাহী নয় এবং অ্যালকোহলে ব্লিচিং পাউডার হইতে কোন ক্যালসিয়াম ক্লোরাইড দ্রাবিত হইয়া আসে না। ব্লিচিং পাউডার জলে যোগ করিলে উহা ভাঙ্গিয়া গিয়া ক্যালসিয়াম ক্লোরাইড উৎপন্ন হয়।

ব্লিচিং পাউডারের এই সংকেত উহা হইতে প্রাপ্য ক্লোরিংয়ের পরিমাণের সহিত সঙ্গতি রক্ষা করে।

উপরন্তু ব্লিচিং পাউডারের সকল প্রকার বিক্রিয়া ইহার এই সংকেত দ্বারা ভালভাবে ব্যাখ্যা করা যায়।

যদিও ব্লিচিং পাউডারের কার্যকর পদার্থের সংকেত  $\text{Ca}(\text{OCl})\text{Cl}$ , কিন্তু সাধারণভাবে প্রস্তুত ব্লিচিং পাউডারের সংকেত ঠিকমত হইল  $3\text{Ca}(\text{OCl})\text{Cl}$ ,  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ,  $5\text{H}_2\text{O}$ , কারণ ভালভাবে প্রস্তুত ব্লিচিং পাউডারেও কিছু কলিচুন এবং সংযুক্ত জল থাকে। ব্লিচিং পাউডারের বিক্রিয়ার সময় কেবল  $\text{Ca}(\text{OCl})\text{Cl}$  অংশটুকু কাজে আসে।

Questions

1 Where and in which state sodium chloride is available in nature? What are the impurities present in commercial sodium chloride? How can pure sodium chloride be prepared? State what you know about the uses of sodium chloride

১। প্রকৃতিতে সোডিয়াম ক্লোরাইড কিভাবে এবং কোথায় পাওয়া যায়? বাজারে যে লবণ পাওয়া যায় তাহাতে কি কি অশুদ্ধি থাকে? বিশুদ্ধ সোডিয়াম ক্লোরাইড কিভাবে প্রস্তুত করা যায়? সোডিয়াম ক্লোরাইডের ব্যবহার সম্বন্ধে যাহা জান লিখ।

2 How can hydrogen chloride be prepared in the laboratory? What is the procedure followed in order to prepare an aqueous solution of hydrochloric acid? Describe properties of hydrogen chloride in the form of experiments

২। পরীক্ষাগারে কিভাবে হাইড্রোজেন ক্লোরাইড প্রস্তুত করা যায়? হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিডের জলীয় দ্রবণ প্রস্তুত করিতে কি উপায় অবলম্বন করা হয়? হাইড্রোজেন ক্লোরাইডের ধর্মগুলি পরীক্ষামূলকভাবে বর্ণনা কর।

3 How is hydrochloric acid manufactured? State what you know about the uses of hydrochloric acid Describe with equations the reactions of hydrochloric acid with the following substances — zinc sulphide mercuric oxide manganese dioxide ferric oxide magnesium caustic soda and calcium carbonate

৩। হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিডের পণ্য উৎপাদন কিভাবে সাধিত হয়? হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিডের ব্যবহার সম্বন্ধে যাহা জান লিখ। নিম্নলিখিত পদার্থগুলির সহিত হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিডের বাসায়নিক বিক্রিয়া সমীকরণ সহকারে বর্ণনা কর — জিংক সালফাইড মার্কিউরিক অক্সাইড ম্যাঙ্গানিক ডাই অক্সাইড ফেরিক অক্সাইড ম্যাগনেসিয়াম কাস্টিক সোডা এবং ক্যালসিয়াম কার্বনেট।

4 Describe fully how the volumetric composition of hydrogen chloride can be determined

৪। হাইড্রোজেন ক্লোরাইডের আয়তনিক সংযুতি কিভাবে নির্ধারিত করা যায় তাহা পূর্ণভাবে বর্ণনা কর।

5 Describe by experiments the methods of preparation of chlorides State which of the chlorides are insoluble in cold water Which of them is soluble in hot water? How can you prove the presence of chloride ion in solution?

৫। পরীক্ষামূলকভাবে ক্লোরাইড প্রস্তুত করিবার প্রণালী বর্ণনা কর। কোন্ কোন্

ক্লোরাইড ঠাণ্ডা জলে অদ্রাব্য তাহা উল্লেখ কর। তাহাদেব মধ্যে কোনটি গরম জলে দ্রাব্য ? দ্রবণে ক্লোরাইডেব উপস্থিতি কিভাবে প্রমাণ করা হয় ?

6 Describe with equations the action of six oxidising agents on hydrochloric acid

৬। হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিডের উপর ছয়টি জারকের ক্রিয়া সমীকরণ সহকারে বর্ণনা কর।

7 Describe how hydrochloric acid can be oxidised to yield chlorine in the laboratory Express the reaction by equation Describe the chemical reactions that occur when chlorine gas is passed through the aqueous solutions of the following substances and express them by equations —(a) hydrogen sulphide (b) sulphur dioxide (c) caustic soda and (d) milk of lime

৭। পরীক্ষাগারে হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিডকে জারিত কবির কিভাবে ক্লোরিন প্রস্তুত করা হয় তাহা বর্ণনা কর। বিক্রিয়াটি সমীকরণ দ্বারা দেখাও। নিম্নলিখিত দ্রব্যগুলির জলীয় দ্রবণের ভিতর দিয়া ক্লোরিন গ্যাস অতিক্রম করাইলে যে রাসায়নিক বিক্রিয়া সংঘটিত হয় তাহা বর্ণনা কর এবং সমীকরণ দ্বারা প্রকাশ কর —(ক) হাইড্রোজেন সলফাইড (খ) সলফার ডাই অক্সাইড (গ) কঠিক সোডা এবং (ঘ) চুনগোলা।

8 Explain with equations the reactions that occur during the manufacture of chlorine by Weldon's and by Deacon's process

৮। অয়েল্ডন ও ডিকন পদ্ধতিতে ক্লোরিনের পণ্য উৎপাদনের সময় যে রাসায়নিক বিক্রিয়া ঘটয়া থাকে তাহা সমীকরণ সহকারে বর্ণনা কর।

9 Describe the present day electrolytic method for the manufacture of chlorine Describe the reactions of chlorine with ammonia solution and with water Give equations

৯। ক্লোরিনের পণ্য উৎপাদনের বর্তমান তড়িৎ বিশ্লেষণী পদ্ধতি বর্ণনা কর। অ্যামোনিয়ার দ্রবণের সহিত এবং জলের সহিত ক্লোরিনের বিক্রিয়াগুলি বর্ণনা কর এবং সমীকরণ দ্বারা দেখাইয়া দাও।

10 Describe the method of manufacture of bleaching powder State its uses How is a piece of fabric bleached with bleaching powder ?

১০। ব্লিচিং পাউডারের পণ্য উৎপাদন প্রণালী বর্ণনা কর। ইহার ব্যবহার উল্লেখ কর। বস্ত্রের বিরঞ্জন ব্লিচিং পাউডার দ্বারা কিভাবে সাধিত হয় ?

11 How can (a) chlorine (b) oxygen be obtained from bleaching powder ? What is meant by available chlorine of bleaching powder ?

Mention the chemical name of bleaching powder and show its mode of formation from chlorine

১১। ব্লিচিং পাউডার হইতে কিতাবে (ক) ক্লোরিন (খ) অক্সিজেন পাওয়া যায়? ব্লিচিং পাউডারের প্রাণ্য ক্লোরিন বলিতে কি বুঝায়? ব্লিচিং পাউডারের রাসায়নিক নাম উল্লেখ কব এবং ক্লোরিন হইতে উহার গঠন সমীকরণ দ্বারা দেখাইয়া দাও।

12 Give a comparative study of hydrochloric acid and of a mixture of hydrogen and chlorine in equal volumes

১২। হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড এবং হাইড্রোজেন ও ক্লোরিনের সমাযতনিক মিশ্রণের একটি তুলনামূলক আলোচনা দাও।

13 Describe in brief how chlorine is prepared from concentrated hydrochloric acid

State the important physical and chemical properties of chlorine

(Higher Secondary West Bengal Science Group 1960)

১৩। গাঢ় হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড হইতে ক্লোরিন প্রস্তুতের পদ্ধতি সংক্ষেপে বর্ণনা কর।

ক্লোরিনের প্রধান প্রধান ভৌত ও রাসায়নিক ধর্মগুলি বর্ণনা কব।

( উচ্চ মাধ্যমিক পৰ্ব্ব বিজ্ঞান শাখা ১৯৬০ )

14 Describe one process for the manufacture of chlorine State giving equations the action of chlorine on (a) ammonia; (b) moist slaked lime (c) potassium iodide; (d) antimony powder or sodium

(Higher Secondary West Bengal 1963)

১৪। ক্লোরিনের একটি পণ্য উৎপাদন প্রণালী বর্ণনা কব। সমীকরণসহ ক্লোরিনের (ক) অ্যামোনিয়া (খ) আর্দ্র কলিচুন (গ) পটাশিয়াম আয়োডাইড এবং (ঘ) অ্যান্টিমনি চূর্ণ অথবা সোডিয়াম এই কয়টির সহিত বিক্রিয়া বর্ণনা কর।

15 Describe how hydrochloric acid is manufactured from sodium chloride What is its action on (a) ferrous oxide (b) manganese dioxide (c) silver nitrate solution (d) saturated solution of common salt?

(Higher Secondary West Bengal 1964)

১৫। সোডিয়াম ক্লোরাইড হইতে কিতাবে হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিডের পণ্য উৎপাদন সংঘটিত হয়? এই অ্যাসিডের (ক) ফেরাস অক্সাইড (খ) ম্যাঙ্গানিজ ডাই অক্সাইড, (গ) সিলভার নাইট্রেটের দ্রবণ এবং (ঘ) সোডিয়াম ক্লোরাইডের সংপৃক্ত দ্রবণের সহিত বিক্রিয়া বর্ণনা কর।



## ষড়বিংশ অধ্যায়

### হ্যালোজেন গোষ্ঠী ( Halogens )

#### ফ্লুরোবিন, ক্লোরিন, ব্রোমিন এবং আয়োডিন

ফ্লুরোবিন, ক্লোরিন ব্রোমিন এবং আয়োডিন—এই চারটি মৌলকে হ্যালোজেন পরিবারের অন্তর্ভুক্ত বলা হয়। হ্যালোজেন কথাটির অর্থ হইল সামুদ্রিক লবণ উৎপাদক' ( sea salt producer Hals=sea salt genas=I produce )। সামুদ্রিক লবণের ভিতর প্রধান হইল সাধারণ লবণ (NaCl)। ইহা ক্লোরিনের যোগ। অতএব ক্লোরিন একটি হ্যালোজেন। ফ্লুরোবিন ব্রোমিন এবং আয়োডিন এই তিনটি মৌলের ধর্ম এবং প্রকৃতি ক্লোরিনের অনুরূপ। ইহারা সোডিয়ামের সহিত যে সকল যোগ উৎপন্ন করে তাহা সোডিয়াম ক্লোরাইড এর মত ধর্ম বিশিষ্ট। আবার ব্রোমাইড এবং আয়োডাইড লবণগুলিও সমুদ্রে পাওয়া যায়। সুতরাং এই চারটি মৌলকে একই পরিবারভুক্ত বলিয়া মনে করা যায় এবং ইহারা হ্যালোজেন নামে অভিহিত হয়। ক্লোরিনের সম্বন্ধে আলোচনা পূর্বেই করা হইয়াছে। অত্র তিনটি মৌলের বিষয় এইভাবে আলোচিত হইবে।

এই মৌলগুলির এবং ইহাদের যোগগুলির ভৌত ও রাসায়নিক গুণাবলীর মধ্যে যথেষ্ট সাদৃশ্য দেখা যায়। ইহাদের পারমাণবিক ওজন বৃদ্ধির সহিত ইহাদের বাসায়নিক ক্রিয়াশীলতা হ্রাসপ্রাপ্ত হয়। এই মৌলগুলির প্রত্যেকের সম্বন্ধে কিছু আলোচনার শেষে ইহাদের তুলনামূলক আলোচনা দেওয়া হইল।

#### (ক) ফ্লুরোবিন ( Fluorine )

আণবিক সংকেত— $F_2$ , পারমাণবিক ওজন—19 বাষ্পীয় ঘনত্ব—19, যোজ্যতা—1।

**অবস্থান** ফ্লুরোবিন অত্যধিক ক্রিয়াশীল মৌল এবং প্রায় সকল পদার্থের সহিত ইহার বিক্রিয়া সহজেই সংঘটিত হয়। সেই কারণে ইহাকে মুক্ত অবস্থায় প্রকৃতিতে আদৌ পাওয়া যায় না। ইহার বিভিন্ন যোগ প্রকৃতিতে দেখিতে পাওয়া যায় তন্মধ্যে তিনটি বিশেষ উল্লেখযোগ্য।

- (1) ফ্লুরস্পার ( Fluorspar )  $\text{CaF}_2$ ,
- (2) ফ্লুর অ্যাপাটাইট ( Fluor Apatite )  $\text{CaF}_2 \cdot 3\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ ,
- (3) ক্রায়োলাইট ( Cryolite )  $\text{AlF}_3 \cdot 3\text{NaF}$

সামান্য পরিমাণ ফ্লুরোবিণের যৌগ জীবজন্তুর হাড়ে এবং দাঁতে শামুকের খোলায় এবং খনিজ জলে থাকে।

**ফ্লুরোরিণ-প্রস্তুতি** ফ্লুরোবিণ অনেকদিন ধবিয়া অনাবিষ্কৃত ছিল এবং যৌগ হইতে ইহাব নিষ্কাশন দু'সাধ্য বলিয়া বিবেচিত হইত। যদিও 1771 খ্রীষ্টাব্দে সিলে (Scheele) প্রথমে ফ্লুরস্পার এবং গাঢ় সলফিউবিক অ্যাসিডের মিশ্রণ ফুটাইয়া হাইড্রোফ্লুরিক অ্যাসিড উৎপাদন করেন এবং যদিও 1813 খ্রীষ্টাব্দে ডেভি ( Davy ) প্রমাণ করেন যে হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিডের মত হাইড্রোফ্লুরিক অ্যাসিডও হাইড্রোজেন ও একটি অজ্ঞাত মৌল ফ্লুরোবিণের যৌগ কিন্তু 1886 খ্রীষ্টাব্দের পূর্বে কেহই ফ্লুরোবিণ প্রস্তুত করিতে সমর্থ হন নাই। ডেভি হাইড্রো ফ্লুরিক অ্যাসিডের জলীয় দ্রবণের তড়িৎ বিশ্লেষণ দ্বারা ফ্লুরোরিণ প্রস্তুত করিতে চেষ্টা করেন কিন্তু তাহাতে ক্যাথোডে হাইড্রোজেন উদ্ভূত হয় এবং অ্যানোডে অক্সিজেন পাওয়া যায়। কোন ফ্লুরোবিণ পাওয়া যায় না।

এতদিন ধবিয়া ফ্লুরোরিণ প্রস্তুত করিতে না পারার কারণ হিসাবে বলা যাইতে পারে যে (1) ফ্লুরোরিণের অত্যন্ত ক্রিয়াশীলতা (2) কাচ, প্লাটিনাম অথবা গ্র্যাফাইটের ( কার্বন ) পাত্রকেও ইহার নষ্ট করিয়া দিবাব ক্ষমতা, (3) অনার্দ্র হাইড্রোফ্লুরিক অ্যাসিডের তড়িৎপরিবহনে অক্ষমতা এবং (4) হাইড্রোফ্লুরিক অ্যাসিড গ্যাসের অতিশয় বিষাক্ত প্রতিক্রিয়া।

ময়সা ( Moissan ) এই সমস্ত বাধা নিম্নলিখিত উপায়ে অপসারিত করিয়া ফ্লুরোরিণ প্রস্তুত করিতে সমর্থ হন। গোব ( Gore ) 1882 খ্রীষ্টাব্দে দেখান যে অনার্দ্র হাইড্রোফ্লুরিক অ্যাসিডে পটাসিয়াম হাইড্রোজেন ফ্লুরোরাইড (  $\text{KHF}_2$ , ফ্রেমির লবণ ) দ্রবীভূত করিলে দ্রবণটি তড়িৎ পরিবাহী হয়। ময়সা গোবের এই আবিষ্কারের সুযোগ গ্রহণ করেন। প্লাটিনাম ইরিডিয়াম সঙ্কর ধাতু দিয়া পাত্র নির্মাণ করিয়া এবং উক্ত সঙ্কর ধাতুর নির্মিত তড়িৎ দ্বাব ব্যবহার করিয়া তিনি পটাসিয়াম হাইড্রোজেন ফ্লুরোরাইডের অনার্দ্র হাইড্রোফ্লুরিক অ্যাসিডে দ্রবণের তড়িৎ বিশ্লেষণ দ্বারা সর্বপ্রথম ফ্লুরোরিণ প্রস্তুত করেন।

**ময়ঙ্গা পদ্ধতি** ময়ঙ্গা প্লাটিনাম ইরিডিয়াম সঙ্কর ধাতুর তৈয়ারী একটি U নল লইয়া তাহার দুইটি মুখ ক্লোরোরস্পার নির্মিত ছিপি দিয়া বন্ধ করেন।

**প্ল্যাটিনাম ইরিডিয়ামের তড়িৎদ্রাবদ্রব্য**

ক্যালেসিয়াম  
ফ্লুরাইডের ছিপি

হাইড্রোজেন  
গ্যাস

ফ্লুবিগ গ্যাস

জলশূন্য হাইড্রো  
ক্লরিক অ্যাসিড +  
পটাসিয়াম হাইড্রো  
জেন ফ্লুরাইড

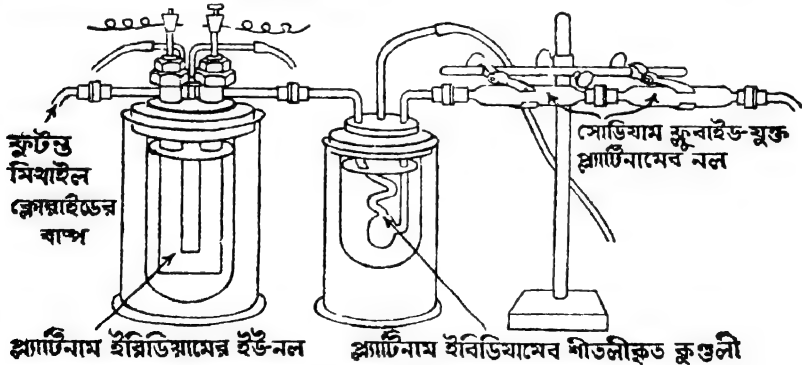
প্ল্যাটিনাম  
ইরিডিয়ামের  
ইউ নল

চিত্র ন 48

করিয়া দেওয়া হয় যাহাতে কোনরূপ ছিদ্র না থাকে U নলের দুই তৃতীয়াংশ অনার্দ হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিডে পটাসিয়াম হাইড্রোজেন ফ্লুরাইডের দ্রবণ ভর্তি করা হয়

পরে একটি বড় পাত্রে দ্রবণসহ U নলটি তরল এবং ফুটন্ত মিথাইল ক্লোরাইডে

**প্ল্যাটিনাম ইরিডিয়ামের তড়িৎদ্রাব**

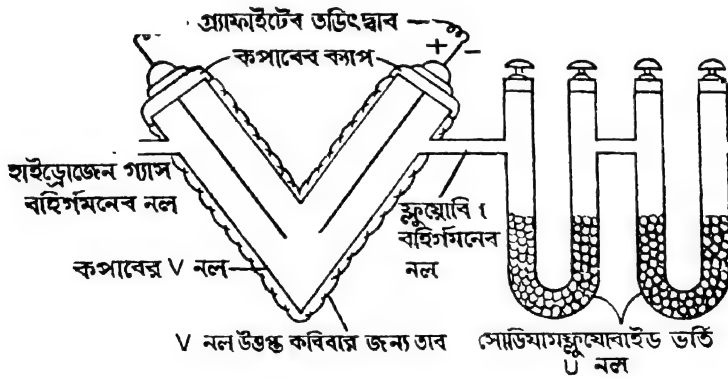


চিত্র ন 49

**ক্ষুটনাঙ্ক—23** সেন্টিগ্রেড) ডুবাইয়া রাখা হয় এবং তড়িত দ্বারা দুইটি একটি ব্যাটারীর সহিত সংযুক্ত করিয়া দেওয়া হয়। তখনই তড়িৎ বিশ্লেষণ আরম্ভ হয় এবং অ্যানোডে (ধনাত্মক তড়িৎ দ্বারে) ক্লোরারিণ গ্যাস উৎপন্ন হইয়া সেই পার্শ্বের

নির্গমনল দিয়া বাহির হইয়া আসে এবং ঋণাত্মক তড়িৎ দ্বারে হাইড্রোজেন উৎপন্ন হইয়া তৎপার্শ্বের নির্গমনল দিয়া বাহির হয়। উৎপন্ন এবং বহিরাগত ফ্লুরোরিণের সহিত হাইড্রোফ্লুরিক অ্যাসিডের বাষ্প মিশিয়া থাকে। সেই কারণে গ্যাসটিকে ফুটন্ত মিথাইল ক্লোরাইডের ভিতর বসান একটি প্লাটিনামের তৈয়ারী শীতক নল দিয়া অতিক্রম করান হয়। ইহাতে অধিকাংশ হাইড্রোফ্লুরিক অ্যাসিড বাষ্প তরলাকারে রূপান্তরিত হইয়া ঐ শীতক নলে থাকিয়া যায়। পরে গ্যাসটিকে শুষ্ক সোডিয়াম ফ্লুরোরাইডপূর্ণ দুইটি প্লাটিনামের নলের ভিতর দিয়া অতিক্রম করাইয়া সম্পূর্ণভাবে হাইড্রোফ্লুরিক অ্যাসিড হইতে মুক্ত করা হয়। তখন বিভক্ত ফ্লুরোরিণ পাওয়া যায় এবং ইহাকে বায়ুর উর্ব্বাপক দ্বারা প্লাটিনামের পাত্রে সঞ্চিত করা হয়।

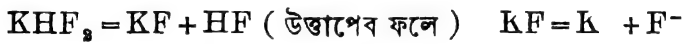
পরে মনসা দেখান যে দামী প্লাটিনামের পরিবর্তে কপারের তৈয়ারী U নল ব্যবহার করা যাইতে পারে। ইহাতে প্রথমে কপার ও উৎপন্ন ফ্লুরোরিণ গ্যাসের বিক্রিয়ার ফলে কপার ফ্লুরোরাইড উৎপন্ন হয় বটে কিন্তু নলের ভিতর ইহার আন্তরণ পড়িয়া যায় এবং পরে আর কোন বিক্রিয়া হয় না।



চিত্র ন 50

বর্তমানে মনসা পদ্ধতির আমূল পরিবর্তন সাধিত হইয়াছে। V আকৃতির কপারের নির্মিত নলে পটাসিয়াম হাইড্রোজেন ফ্লুরোরাইড লওয়া হয়। নলের মুখ দুইটিতে কপারের ঢাকনি লাগানো থাকে। ইহাদের মধ্য দিয়া দুইটি গ্রাফাইট নির্মিত তড়িৎ দ্বার প্রবেশ করান হয়। জোড়ের মুখ সিমেন্ট দিয়া বন্ধ করিয়া দেওয়া হয়। V নলটির চারিদিকে তড়িৎ পরিবাহক তার দিয়া মুড়িয়া দেওয়া হয় এবং তাহাতে

তড়িৎপ্রবাহ চালনা করিয়া V নলটিকে উত্তপ্ত করা হয়। ইহাতে পটাসিয়াম হাইড্রোজেন ফ্লুরোবাইড গলিয়া যায় (গলনাঙ্ক 217 সেন্টিগ্রেড)। গ্র্যাফাইটের তড়িৎ দ্বার দুইটি ব্যাটারীর সহিত সংযুক্ত করিয়া তড়িৎ প্রবাহ গলিত  $KHF_2$  এবং ভিতর দিয়া চালনা করিলে উহা তড়িৎ বিশ্লিষ্ট হয় এবং অ্যানোডে (ধনাত্মক তড়িৎ দ্বারে) ফ্লুরোরিণ উৎপন্ন হয়। এই ফ্লুরোরিণ গ্যাস অ্যানোডের পার্শ্ববর্তী নির্গমনল দিয়া বাহির হইয়া আসে এবং কয়েকটি শুষ্ক সোডিয়াম ফ্লুরোবাইড পূর্ণ কপারের U নল অতিক্রম করে। এইভাবে উৎপন্ন ফ্লুরোরিণকে হাইড্রোফ্লুরিক অ্যাসিডের বাষ্প হইতে মুক্ত করা হয়। পরে প্রয়োজনমত বায়ুর উর্ধ্বাংশ দ্বারা প্লাটিনামের পাত্রে উহা সংগ্রহ করা হয়।



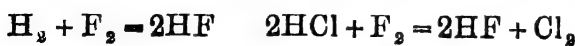
ক্যাথোডে পটাসিয়াম উৎপন্ন হয়  $K^+ + e = K$  এবং ইহাব হাইড্রোফ্লুরিক অ্যাসিডের সহিত বিক্রিয়া ঘটে।  $K + HF = KF + H$   $H + H = H_2$

অ্যানোডে ফ্লুরোরিণ গ্যাস মুক্ত হয়।  $F^- + F = 2e + F_2$

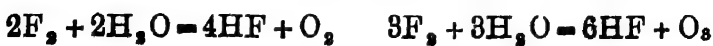
**ফ্লুরোরিণের ধর্ম** ফ্লুরোরিণ দৈবং সবুজ আভাযুক্ত হাল্দবর্ণের গ্যাস। ইহাব গন্ধ অতিশয় তীব্র এবং শ্বাসবোধকারী। ইহা বায়ু অপেক্ষা ভারী। চাপ ও শীতলতায় ইহা প্রথমে  $-187$  সেন্টিগ্রেডে তরল এবং পরে  $-223$  সেন্টিগ্রেডে কঠিন পদার্থে পরিণত হয়।

ফ্লুরোরিণ সর্বাপেক্ষা রাসায়নিকভাবে ক্রিয়াশীল পদার্থ। নাইট্রোজেন, অক্সিজেন হিলিয়াম এবং আবগন ব্যতীত সমস্ত মৌলের সহিত ইহা প্রত্যক্ষভাবে (directly) সংযুক্ত হয়। পরোক্ষভাবে ইহা নাইট্রোজেন এবং অক্সিজেনের সহিতও যুক্ত হয়।

হাইড্রোজেনের প্রতি ইহাব আসক্তি খুব বেশী এমন কি অন্ধকারে এবং  $-253$  সেন্টিগ্রেড উষ্ণতাতেও ইহা হাইড্রোজেনের সহিত বিস্ফোরণ সহকারে যুক্ত হয়। ফ্লুরোরিণের এই আসক্তির অত্যধিক প্রবণতার জন্য ইহা হাইড্রোজেনের যোগ হইতে হাইড্রোজেনকে বিচ্ছিন্ন করিয়া হাইড্রোফ্লুরিক অ্যাসিড উৎপাদন করে।



জলের সহিত সংস্পর্শে আসা মাত্র সাধারণ উষ্ণতায় ইহা দুইভাবে ক্রিয়া করে এবং ওজোন মিশ্রিত অক্সিজেন উৎপন্ন হয়।

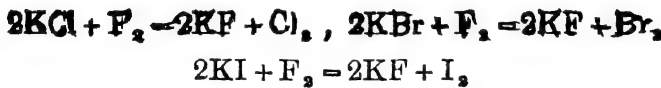


এই কারণে জলে ফ্লুরোরিণের দ্রাব্যতা পরিমাপ করা যায় না। একই কারণে জলীয় বাষ্প যুক্ত বায়ুর স্পর্শে আসিলে ইহা হাইড্রোফ্লুরোবিক অ্যাসিডের ধোয়া উৎপন্ন করে। শুষ্ক বায়ুর সন্নিবিষ্ট ইহার কোন ক্রিয়া নাই।

ইহা সকল ধাতুর সহিতই ক্রিয়া করে এবং ধাতব ফ্লুরোরাইড (fluoride) উৎপাদন করে। সোডিয়াম পটাসিয়াম প্রভৃতি ধাতু—সাধারণ উষ্ণতায় ফ্লুরোরিণ গ্যাসে দিলে জলিয়া উঠে এবং ফ্লুরোরাইড গঠিত হয়। সিলভার অ্যালুমিনিয়াম নিকেল আয়রন জিঙ্ক ম্যাগনেসিয়াম প্রভৃতি ধাতু সামান্য উত্তপ্ত করিয়া ফ্লুরোরিণ গ্যাসে ছাড়িয়া দিলে জলিয়া উঠে এবং ফ্লুরোরাইডে রূপান্তরিত হয়। গোলাপী প্লাটিনাম এবং কপার একটু বেশী উত্তপ্ত করিয়া ফ্লুরোরিণ গ্যাসে যোগ করিলে ফ্লুরোবাইড গঠিত হয়। সাধারণ উষ্ণতায় কপারের উপর কিউপ্রিক ফ্লুরোবাইডের আন্তরণ পড়ে।

ব্রোমিন, আয়োডিন, ফসফোরাস, সলফার, সিলিকন, কার্বন প্রভৃতি অধাতুও ফ্লুরোরিণ গ্যাসে যোগ করিলে স্বতঃই জলিয়া উঠে এবং তাহাদের নিজ নিজ ফ্লুরোরাইডে পরিণত হয়। আর্সনিক এবং অ্যান্টিমনিও ফ্লুরোরিণ গ্যাসে জলিয়া উঠিয়া ফ্লুরোবাইডে রূপান্তরিত হয়।

ফ্লুরোবিন ফ্লুরোরাইড ব্রোমাইড এবং আয়োডাইড ইহাতে ক্লোরিন ব্রোমিন এবং আয়োডিনকে মুক্ত করে।

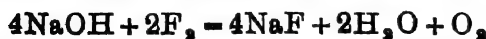


সমস্ত জৈব পদার্থই ফ্লুরোরিণ দ্বারা আক্রান্ত হয় এবং হাইড্রোফ্লুরোবিক অ্যাসিড কার্বন টেট্রাফ্লুরোরাইড প্রভৃতি যৌগ পদার্থ উৎপন্ন হয়। তার্পিন তৈল যেমন ক্লোরিনে দিলে জলিয়া উঠে সেইরূপ ফ্লুরোরিণেও জলিয়া উঠে।

পাতলা (২%) কঠিক সোডা বা সোডিয়াম হাইড্রক্সাইডের দ্রবণেব ভিতর দিয়া ফ্লুরোরিণ গ্যাস প্রবাহিত করিলে ফ্লুরোরিণ মনোঅক্সাইড ( $F_2O$ ) উৎপন্ন হয়।



কিছু গাঢ় কঠিক সোডার দ্রবণ ব্যবহার করিলে অক্সিজেন উৎপন্ন হয়,



ইহা খুব শক্তিশালী জারক। ইহা সোডিয়াম কার্বনেটকে ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ) সোডিয়াম পার কার্বনেটে ( $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_6$ ) রূপান্তরিত করে এবং পটাশিয়াম ক্লোরেটকে ( $\text{KClO}_3$ ) পটাশিয়াম পার ক্লোরেটে ( $\text{KClO}_4$ ) পরিবর্তিত করে।

## হাইড্রোফ্লুয়োরিক অ্যাসিড (Hydrofluoric Acid)

সংকেত— $\text{HF}$  আণবিক সংকেত— $\text{H}_2\text{F}_2$  অথবা  $\text{H}_2\text{F}_2$

ইহার লবণ প্রকৃতিতে পাওয়া যায়। ফ্লুয়োরস্পাব এবং ক্রায়োলাইট এই সম্পর্কে উল্লেখযোগ্য।

**প্রস্তুতি** হাইড্রোজেন এবং ফ্লুয়োরিনের সাধারণ সংযোগেই হাইড্রোফ্লুয়োরিক অ্যাসিড পাওয়া যায়।  $\text{H}_2 + \text{F}_2 = 2\text{HF}$

সাধারণ উদ্ভাপে এবং অল্পকালে বিস্ফোরণসহকারে এই বিক্রিয়া ঘটানো থাকে।

হাইড্রোফ্লুয়োরিক অ্যাসিডের জলীয় দ্রবণ প্রস্তুত করিতে হইলে লেডনির্মিত বকযন্ত্রে ক্যালসিয়াম ফ্লুয়োরাইডের সহিত গাঢ় সলফিউরিক অ্যাসিড মিশাইয়া বালি গাহের উপর বাখিয়া সামান্য উদ্ভাপ প্রয়োগ করিয়া পাতিত করা হয় এবং এইভাবে উদ্ভূত হাইড্রোজেন ফ্লুয়োরাইড গ্যাসকে লেড নির্মিত বোতলে জলের ভিতর চালনা করা হয়।  $\text{CaF}_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{CaSO}_4 + 2\text{HF}$  সাধারণ গাঢ় খনিজ অ্যাসিড দ্বারা কাচ আক্রান্ত হয় না। কিন্তু হাইড্রোফ্লুয়োরিক অ্যাসিডের দ্রবণ সহজেই কাচের পাত্র ক্ষয় করে। সেই কারণে লেডের তৈয়ারী বকযন্ত্রে ইহা তৈয়ারী হয় এবং লেড নির্মিত বোতলে জলের ভিতর ইহাকে সংগ্রহ করা হয়। বাজারে পাঠাইবার সময় ইহার জলীয় দ্রবণ গ্যাটাপার্চার বোতলে বা ভিতরে মোমের প্রলেপ দেওয়া কাচের বোতলে রাখিয়া পাঠানো হয়।

বিশুদ্ধ অনার্দ্র হাইড্রোফ্লুয়োরিক অ্যাসিড প্রস্তুত করিবার প্রণালী অন্তরূপ। পটাশিয়াম হাইড্রোজেন ফ্লুয়োরাইড ( $\text{KF} \cdot \text{HF}$ ) বা ফ্রেমির লবণ হইতে ইহা প্রস্তুত করা হয়। প্রথমে ফ্রেমির লবণ হাইড্রোফ্লুয়োরিক অ্যাসিডের জলের দ্রবণ হইতে নিম্নলিখিত উপায়ে তৈয়ারী করা হয়। একটি প্লাটিনামের পাত্রে হাইড্রো ফ্লুয়োরিক অ্যাসিডের দ্রবণ লইয়া তাহাকে দুইটি প্লাটিনামের পাত্রে সমান দুইভাগে ভাগ করিয়া লওয়া হয়। তাহার একভাগকে পটাশিয়াম কার্বনেট যোগ করিয়া প্রশমিত করা হয়। এই প্রশমিত দ্রবণে দ্বিতীয় অর্ধেক হাইড্রোফ্লুয়োরিক অ্যাসিডের দ্রবণ যোগ করা হয়। পরে এই মিশ্রিত দ্রবণকে একটি প্লাটিনামের

ডিসে রাখিয়া উত্তাপ দ্বারা ঘন করা হয় এবং ঠাণ্ডা করিয়া কেলাসিত করা হয়। ফ্রেমির লবণ কেলাসিত হয়, এই ফ্রেমির লবণ সংগ্রহ করিয়া উত্তাপ দ্বারা ইহাকে সম্পূর্ণরূপে শুষ্ক করা হয়। এই শুষ্ক পটাসিয়াম হাইড্রোজেন ফ্লুরোবাইড একটি প্লাটিনাম নির্মিত বকযন্ত্রে লওয়া হয়। এই বকযন্ত্রের সহিত একটি প্লাটিনাম নির্মিত শীতক (Platinum condenser) এবং প্লাটিনাম নির্মিত গ্রাহক (Platinum receiver) সংযুক্ত করা হয়। শীতকের ভিতর দিয়া বরফ যুক্ত জল চালনা করা হয় এবং গ্রাহকটিকে বরফ এবং লবণের মিশ্রণেব ভিতর রাখিয়া ঠাণ্ডা করা হয়। পরে প্লাটিনামের বকযন্ত্র উত্তপ্ত করা হয়। উত্তপ্ত হাইড্রোফ্লুরিক অ্যাসিড গ্যাস শীতকে তবল অবস্থায় আসে এবং পরে প্লাটিনাম নির্মিত গ্রাহকে তবল অবস্থায় সঞ্চিত হয়। অতি সামান্য মাত্র জল ইহার সহিত আসিলে ইহাকে সম্পূর্ণরূপে নিরুদক কবিত্তে হইলে এই তরল অ্যাসিডেব ভিতর দুইটি প্লাটিনামের তার ডুবাইয়া তার দুইটিকে ব্যাটারীর ক্ষহিত সংযুক্ত করা হয়। যতক্ষণ জল থাকে ততক্ষণ তড়িৎ প্রবাহ অ্যাসিডের ভিতর দিয়া চলিতে থাকে এবং ক্যাথোডে হাইড্রোজেন গ্যাস ও অ্যানোডে অক্সিজেন গ্যাস বাহির হইতে থাকে। সমস্ত জল অপসাবিত হইয়া অ্যাসিডটি একেবারে নিরুদক হইলে অ্যাসিডের ভিতর দিয়া আর তড়িৎ প্রবাহিত হইবে না।  $KHF_2 = KF + HF$

হাইড্রোজেন ফ্লুরোবাইডের ধর্ম অনার্দ্র হাইড্রোজেন ফ্লুরোবাইড সাধারণ উত্তাপে একটি বর্ণহীন গ্যাস। এই গ্যাসকে 19.5 সেণ্টিগ্রেডের নিম্নে তরল অবস্থায় আনা যায়। এই তরলেব স্ফুটনাঙ্ক 19.5 সেণ্টিগ্রেড এবং তরলটি খুবই উষ্ণায়ী। এই তরল অ্যাসিড আর্দ্র বায়ুর সংস্পর্শে ধূমায়মান হয়। ইহা জলে দ্রবীভূত হয় এবং হাইড্রোফ্লুরিক অ্যাসিড উৎপন্ন কবে। হাইড্রো ফ্লুরিক অ্যাসিড একটি মৃদু অম্ল। 88 সেণ্টিগ্রেডে বাষ্পীয় ঘনত্ব পরিমাপ করিয়া দেখা যায় যে হাইড্রোজেন ফ্লুরোবাইডের আণবিক সংকেত HF কিন্তু স্ফুটনাঙ্কের কিছু উপরে বাষ্পীয় ঘনত্ব পরিমাপ করিলে দেখা যায় যে আণবিক সংকেত হয়  $H_2F_2$ ।

হাইড্রোজেন ফ্লুরোবাইড অতিশয় বিষাক্ত এবং ইহা লইয়া কোন কাজ করা খুবই বিপজ্জনক। এক ফোঁটা অ্যাসিড যদি কোনক্রমে চর্মের সংস্পর্শে আসে তাহা হইলে গভীর ক্ষতের সৃষ্টি করে। এই অ্যাসিডের সামান্য মাত্র প্রবাহের সহিত গ্রহণ করিলে কথা বলিবার ক্ষমতা একেবারে লোপ পায়।



অ্যাসিড হিসাবে ইহা অম্লিক ধাতুর সহিতই বিক্রিয়া করে। তরল অনার্দ্র অ্যাসিডে সোডিয়াম এবং পটাসিয়াম ধাতু দ্রাবিত হইয়া হাইড্রোজেন গ্যাস উৎপন্ন করে এবং উহার ফ্লুয়রাইডে রূপান্তরিত হয়। সিলভার এবং কপার অ্যাসিডের জলীয় দ্রবণে দ্রাবিত হয়।

অজ্ঞাত অ্যাসিডের যে ক্ষমতা দেখা যায় না ইহাব সেই ক্ষমতা হইল যে ইহা কাচ এবং পোর্সিলেনকে দ্রবীভূত করে। ইহার কারণ এই যে এই অ্যাসিড উক্ত পদার্থদ্বয়ে যে সিলিকা ( $\text{SiO}_2$ ) আছে তাহাব সহিত বিক্রিয়া করিয়া সিলিকন টেট্রাফ্লুরোবাইড ( $\text{SiF}_4$ ) (গ্যাসীয় পদার্থ) এবং জল উৎপন্ন করে।



এই কারণেই অ্যাসিডের জলীয় দ্রবণ কাচের বোতলে রাখা যায় না। এই অ্যাসিড গোল্ড বা প্লাটিনামের সহিত বিক্রিয়া করে না।

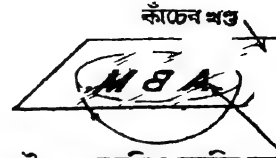
হাইড্রোফ্লুরিক অ্যাসিডের ব্যবহার (১) কাচের উপর লেখা খোদাই কার্যে ইহা ব্যবহৃত হইয়া থাকে। (২) ঢালাই লৌহের প্রস্তুত দ্রব্যাদি হইতে সিলিকা বা বালি অপসারণে ইহার ব্যবহার হইয়া থাকে। (৩) আখের ভিতর যে সিলিকা থাকে তাহাও অপসারণের জন্য ইহা ব্যবহৃত হয়। (৪) পেট্রোলিয়ামের খনিতে গর্ত করিবার সময় বালির শেষ স্তর অপসারণের জন্য এই অ্যাসিড ব্যবহৃত হইয়া থাকে।

হাইড্রোফ্লুরিক অ্যাসিডের লবণ অ্যালকোহলের পণ্য উৎপাদনে পাত্রের বীজাণুনাশক হিসাবে এবং সোডিয়াম ও জিঙ্ক ফ্লুরোবাইড কাঠ সংরক্ষণের কাজে ব্যবহৃত হয়।

**কাচ-খোদাই (Etching of Glass)** সিলিকার সহিত হাইড্রোফ্লুরিক অ্যাসিডের বিক্রিয়ার কথা আগেই উল্লিখিত হইয়াছে। কাচ কতকগুলি সিলিকেটের মিশ্রণ। তাই কাচের উপর হাইড্রোফ্লুরিক অ্যাসিড যোগ করিলে কাচের সিলিকার সহিত  $\text{HF}$  বিক্রিয়া করিয়া গ্যাসীয় সিলিকন টেট্রাফ্লুরোবাইড উৎপন্ন করে। তাহাতেই কাচের গায়ে খোদাই হয়। নিম্নলিখিত প্রকারে কাচের উপর খোদাই কার্য করা হইয়া থাকে।

কাচের নির্মিত দ্রব্যের একদিকে প্যারাক্সিন গলাইয়া ঢালিয়া দিয়া পরে ঠাণ্ডা

করিয়া প্রলেপ দেওয়া হয়। এই প্রলেপের উপর সৰু সৰু দাবা নাম বা চিত্রের নমুনার নকশা আঁকা হয়। এই লিখিত নাম বা নকশার উপর হাইড্রোজেন স্যুরিক অ্যাসিডের জলীয় দ্রবণ ঢালিয়া দিয়া অ্যাসিডকে কিছুক্ষণ বিক্রিয়া করিতে দেওয়া হয়। পরে জল দিয়া হাইড্রোজেন স্যুরিক অ্যাসিড ধুইয়া ফেলা হয় এবং তাপিণ



হাইড্রো স্যুরিক অ্যাসিড দাবা মেখা

চিত্র নং 51

তৈলের সাহায্যে প্যারাফিন দ্রবীভূত করিয়া অপসারিত করা হয়। তখন দেখা যায় যে ক্যাডের গায়ে নাম বা নকশা খোদিত হইয়াছে। এইভাবে থার্মোমিটার বিউরেট পিপেট প্রভৃতি যন্ত্রকে অশুদ্ধিত করা হয়। অ্যাসিডের জলীয় দ্রবণ ব্যবহার দাবা সুস্পষ্ট খোদাই হইয়া থাকে।

### X (খ) ব্রোমিন (Bromine)

সকেত—Br পারমাণবিক ওজন 79.92 বাষ্পীয় ঘনত্ব 79.9° আণবিক সকেত—Br<sub>2</sub> স্ফুটনাঙ্ক 59 সেন্টিগ্রেড।

**দ্রষ্টব্য** প্রায় 92টি মৌলিক পদার্থের ভিতর দুইটিমাত্র স্বাভাবিক অবস্থায় তরল; তাহার মধ্যে একটি খাতব পদার্থ মার্কারী (Hg পারদ) এবং অপরটি অধাতব পদার্থ ব্রোমিন।

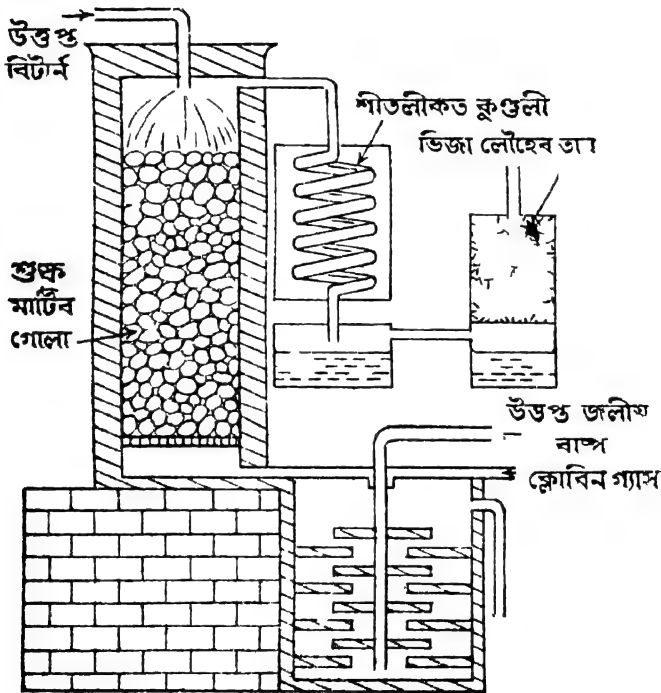
**অবস্থান** ক্রোবিগের মত ব্রোমিনও মৌলবস্থায় প্রকৃতিতে দেখা যায় না। যুক্তাবস্থায় ব্রোমাইডরূপে ইহা সমুদ্র জলে এবং খনিজ জলে এবং খনিজ পদার্থে দেখিতে পাওয়া যায়। সমুদ্র জল হইতে খাল লবণ কেলাসিত করিয়া পৃথক করিলে যে অবশেষ দ্রবণ পড়িয়া থাকে তাহাতে ম্যাগনেসিয়াম ব্রোমাইড থাকে। জার্মানীর ষ্টাসফার্ট নামক স্থানে খনিতে কার্নালাইট (Carnallite KCl MgCl<sub>2</sub> 6H<sub>2</sub>O) পাওয়া যায়। তাহাতে অতি সামান্য পরিমাণ (0.2%) ম্যাগনেসিয়াম ব্রোমাইড থাকে। ইহা ছাড়া সোডিয়াম পটাশিয়াম এবং ক্যালসিয়াম ব্রোমাইডও প্রকৃতিতে পাওয়া যায়। সিলভার ব্রোমাইড (AgBr) ব্রোমার্জাইট (Bromargyrite) নামক দুপ্রাপ্য খনিজ হিসাবে পাওয়া যায়।

**প্রস্তুতি**—(ক) পরীক্ষাগার প্রণালী পরীক্ষাগারে যেভাবে ক্লোরিন তৈয়ারী করা যায় সেইভাবেই পটাশিয়াম ব্রোমাইডের সহিত ম্যাগ্নানিজ ডাই-

অক্সাইড এবং খাচ সলফিউরিক অ্যাসিড মিশ্রিত কবিতা কাচের বক্যস্ত্রে লইয়া উত্তপ্ত করিয়া পাতিত করিলেই ব্রোমিন পাওয়া যায়। জলের ভিতর ডুবাইয়া ঠাণ্ডা করা গ্রাহকে উৎপন্ন ব্রোমিনের বাষ্প তরলে পরিণত হইয়া সংগৃহীত হয়। ( রসায়নের গোড়ার কথা প্রথম ভাগ চতুর্থ সংস্করণ 35 পৃ চিত্র নং 5 দেখ )

$$2\text{KBr} + \text{MnO}_2 + 3\text{H}_2\text{SO}_4 = 2\text{KHSO}_4 + \text{MnSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O} + \text{Br}_2$$

(খ) ব্রোমিনের পণ্য উৎপাদন — (১) কার্বনালাইট হইতে জার্মানীর ষ্টাসফার্টে যে লবণের খনি আছে তাহাতে কার্বনালাইট ( $\text{KCl MgCl}_2, 6\text{H}_2\text{O}$ ) প্রচুর পাওয়া যায়। এই কার্বনালাইটে  $\text{KBr MgBr}_2, 6\text{H}_2\text{O}$  (ব্রোমোকারনা



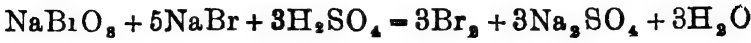
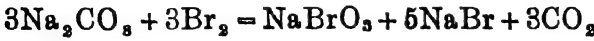
চিত্র নং 52

লাইট) অক্সিজেন হিসাবে মিশ্রিত হইয়া থাকে। কার্বনালাইটকে জলে দ্রবীভূত করা হয় এবং সেট দ্রবণ উত্তাপ দ্বারা ঘনীভূত করিয়া ঠাণ্ডা করিলে উহা হঠতে কম দ্রাব্য

পটাসিয়াম ক্লোরাইড কেলাসিত হয়। পটাসিয়াম ক্লোরাইডের কেলাসগুলি সরাইয়া লইলে যে শেষ দ্রব (mother liquor) পড়িয়া থাকে তাহাতে ম্যাগনেসিয়াম ক্লোরাইড এবং ম্যাগনেসিয়াম ব্রোমাইড দ্রবীভূত অবস্থায় বর্তমান থাকে। তবে ব্রোমাইডের পরিমাণ মাত্র প্রায় শতকরা ০.২৫ ভাগ থাকে। এই শেষ দ্রবকে বিটার্ন (bittern) বলে। ৬০ সেন্টিগ্রেডে উত্তপ্ত শেষ দ্রবকে শুষ্ক মাটির ছোট ছোট গোলা (earthenware balls) ভর্তি একটি স্তম্ভের মধ্য দিয়া ধীরে ধীরে প্রবাহিত করা হয়। স্তম্ভের নীচে একটি বড় চৌবাচ্চা থাকে। চৌবাচ্চার ভিতর কয়েকটি আঁকা বাঁকা থাকে (zig zag shelves) সাজানো থাকে এবং তবল দ্রবগণি তাহার ভিতর দিয়া প্রবাহিত হয়। স্তম্ভের ভিতর নীচে হইতে উপর দিকে ষ্টীম এবং ক্লোরিন গ্যাস চালনা করা হয়। ক্লোরিনের সহিত সম্পর্শে আসামাত্র ব্রোমাইড হইতে ব্রোমিন মুক্ত হয় এবং ষ্টীমে সহিত বাষ্পাকারে উহা স্তম্ভের উপর দিকে অবস্থিত নির্গমন নল দিয়া বাহির হয় এবং নির্গত ব্রোমিনের বাষ্পকে মাটির সর্পিল (Spiral) শীতক নলের ভিতর দিয়া পবিচালিত করা হয়। এই শীতক নলের ভিতরই অধিকাংশ ব্রোমিন তরলে পবিণত হয়। যদি এখান হইতে সামান্য ব্রোমিন বাষ্পাকারে বাহির হইয়া আসে তাহাকে একটি আর্দ্র লৌহচূর্ণ পূর্ণ (moist iron filings) স্তম্ভের ভিতর চালাইয়া করা হয়। সেইখানে উহা ফেরোসো ফেরিক ব্রোমাইডে ( $\text{Fe}_2\text{Br}_9$ ) পরিণত হয়। এই  $\text{Fe}_2\text{Br}_9$  হইতে পবে পটাসিয়াম ব্রোমাইড উৎপাদন করিয়া বাজারে ছাড়ি হয়।  $\text{MgBr}_2 + \text{Cl}_2 = \text{MgCl}_2 + \text{Br}_2$ ,  $2\text{KBr} + \text{Cl}_2 = 2\text{KCl} + \text{Br}_2$ ,  $3\text{Fe} + 4\text{Br}_2 = \text{Fe}_3\text{Br}_{12}$

(11) সমুদ্র-জল হইতে বর্তমানে আমেরিকায় সমুদ্রজল হইতে ব্রোমিনের পণ্য উৎপাদন একটি বিশেষ শিল্প হিসাবে প্রচলিত হইয়াছে। আটলান্টিক মহাসমুদ্রের জলে মাত্র শতকরা ০.০০৭ ভাগ ব্রোমিন আছে। প্রথমে সমুদ্রজল পাম্পে সাহায্যে একটি চৌবাচ্চায় আনিয়া থিতাইতে দেওয়া হয়। পরে থিতান সমুদ্রজল অথ একটি চৌবাচ্চায় লইয়া উহাতে গাঢ় সলফিউরিক অ্যাসিড (প্রতি টন জলে ০.২৫ পাউণ্ড গাঢ় সলফিউরিক অ্যাসিড) যোগ করা হয়। তাহাব পর অ্যাসিডযুক্ত সমুদ্রজলের ভিতর দিয়া ক্লোরিন গ্যাস অতিক্রম করান হয়। ইহাতে ব্রোমাইড হইতে ব্রোমিন মুক্ত হইয়া জলে দ্রবীভূত হয়। মুক্ত ব্রোমিনকে দ্রবণ হইতে উষ্ণ বায়ু প্রবাহ দ্বারা বিতাড়িত করিয়া সোডিয়াম কার্বনেটের দ্রবণে শোষণ

করা হয়। তাহার পর এই দ্রবণে অতিরিক্ত সলফিউরিক অ্যাসিড যোগ করিয়া ঈষৎসহযোগে পাতিত করিলে ব্রোমিন পাওয়া যায়।

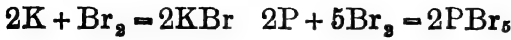
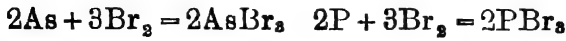


**বিশুদ্ধীকরণ** পণ্য উৎপাদনে প্রাপ্ত ব্রোমিনে জল আয়োডিন এবং ক্লোরিন অন্তর্নিহিত হিমায়ে মিশ্রিত দেখিতে পাওয়া যায়। এই বাজাবেব ব্রোমিনের সহিত প্রথম পটাসিয়াম ব্রোমাইড মিশাইয়া পাতিত করিলে ক্লোরিন দূরীভূত হয়। পরে জিক্স অক্সাইডের সহিত মিশাইয়া পাতিত করিলে আয়োডিন দূরীভূত হয়। সকলেব শেষ ক্লোরিন ও আয়োডিন হইতে মুক্ত ব্রোমিন নব সহিত গাঢ় সলফিউরিক অ্যাসিড মিশাইয়া পাতিত করিলে জল দূরীভূত হইয়া বিশুদ্ধ এবং ঘনীভূত ব্রোমিন পাওয়া যায়।

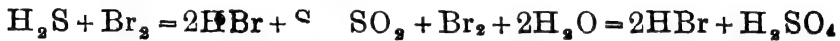
**ব্রোমিনেব ধর্ম** সাধারণ উষ্ণতায় ব্রোমিন একটি ঘোর লাল বর্ণের (প্রায় কৃষ্ণবর্ণ) তবল পদার্থ। ইহার গন্ধ অতিশয় তীব্র এবং জ্বালা উৎপাদক। পূর্বেই বলা হইয়াছে যে ইহা ক্লোরিন অপেক্ষা অধিক বিষাক্ত এবং ক্লোরিনের তুলনায় শৈথিল্য বিল্লীকে ইহা বেশী মারাত্মকভাবে আক্রমণ করে। এক ফোঁটা ব্রোমিন গায়ে চামড়ার স্পর্শে আঙ্গুল গুরুতব যন্ত্রণাদায়ক ক্ষতের সৃষ্টি হয়। সেই ক্ষত আরোগ্য হওয়া খুবই কঠিন। ব্রোমিনের ঘনত্ব 3.1১৪ (0 সেণ্টিগ্রেড)। সেইজন্য তরল ব্রোমিনের ভিতব একটি কাচের ছিপি ছাড়িয়া দিলে উহা ভাসিতে থাকে। ইহার স্ফুটনত্ব 59 সেণ্টিগ্রেড কিন্তু ইহা অত্যন্ত উষ্ণীয় এবং সেই কারণে সর্বদাই ইহা হইতে লাল বাষ্প উঠিতে দেখা যায়। ইহা জলে সামান্য দ্রবণীয় (20 সেণ্টিগ্রেড উষ্ণতায় 100 গ্রাম জলে মাত্র 3.5 গ্রাম ব্রোমিন দ্রবীভূত হয়) এই দ্রবণকে ব্রোমিন-জল (Bromine water) বলে। ইহা অ্যালকোহলে, ঈথারে ক্লোবোফর্মের কার্বন ডাই সলফাইডে এবং অ্যাসিটিক অ্যাসিডে বেশী দ্রবীভূত হয় এবং দ্রবণের বর্ণ হয় লালচে বাদামী (reddish brown)।

ব্রোমিনের জলীয় দ্রবণকে সূর্যালোকে রাখিয়া দিলে অক্সিজেন গ্যাস উৎপন্ন হয় এবং দ্রবণে হাইড্রোব্রোমিক অ্যাসিড থাকে।  $2\text{Br}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = 4\text{HBr} + \text{O}_2$  আবার ব্রোমিনের জলীয় দ্রবণকে বরফসংযোগে হিম শীতল করিলে ব্রোমিন হাইড্রেটের ( $\text{Br}_2, 8\text{H}_2\text{O}$ ) কেলাস পাওয়া যায়।

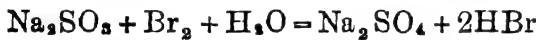
ব্রোমিন নিজে দাহ্য নহে এবং সাধারণভাবে দহনের সহায়কও নহে। কিন্তু আসে নিক, ফস্ফোরাস, পটাসিয়াম কপার প্রভৃতির শুঁড়া ব্রোমিন পূর্ণ গ্যাসজারে ফেলিলে উহার। স্বত ই জলিয়া উঠে এবং উহাদের ব্রোমাইড উৎপন্ন হয়।



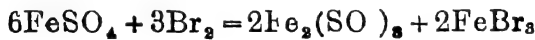
ব্রোমিনের বাষ্প এবং হাইড্রোজেন মিশাইলে সাধারণ। উষ্ণতায় কোন বিক্রিয়া হয় না কিন্তু উত্তপ্ত করিলে ব্রোমিন ও হাইড্রোজেন সহজেই সংযুক্ত হয় এবং হাইড্রোজেন ব্রোমাইড উৎপন্ন হয়।  $\text{H}_2 + \text{Br}_2 = 2\text{HBr}$  ব্রোমিন মৃৎ জারক এবং অতি সামান্য বিরক্তকণ্ড বিশিষ্ট ইহা লিটমাসকে বর্ণশূন্য করে। হাইড্রোজেন সলফাইড এবং সলফার ডাই অক্সাইডকে ইহা সহজেই জারিত করে।



সলফাইডকেও জারিত করিয়া ইহা সলফেটে পরিণত করে।



ফেরাস সলফেটও ব্রোমিন দ্বারা জারিত হইয়া ফেরিক সলফেটে পরিণত হয়।



ব্রোমিনের সহিত ঠাণ্ডা এবং পাতলা ক্ষারকে [ KOH NaOH Ca(OH)<sub>2</sub> ইত্যাদি ] বিক্রিয়ার ফলে হাই পাব্রোমাইট এবং ব্রোমাইড উৎপন্ন হয়।



কিন্তু উষ্ণ ক্ষারকের সহিত অতিরিক্ত ব্রোমিনের ক্রিয়ায় ফলে ব্রোমেট এবং ব্রোমাইড পাওয়া যায়।



আয়োডাইডে ব্রোমিন যোগ করিলে আয়োডিন মুক্ত হয়।



বস্তুত ব্রোমিনের রাসায়নিক ধর্মগুলি ক্লোরিনের অনুরূপ, কিন্তু ক্লোরিন অপেক্ষা ইহার সক্রিয়তা অনেকটা কম।

ইহা ষ্টার্চ (starch) এবং ড্রককে ছলুদ র এ রঞ্জিত করিয়া বিক্রিয়া ঘটায়। যদিও অনেক মৌল পদার্থের সহিত ইহা সহজেই সংযুক্ত হইয়া ব্রোমাইড উৎপাদন করে কিন্তু কার্বন নাইট্রোজেন এবং অক্সিজেনের সহিত ইহার কোন বিক্রিয়া হয় না।

**ব্রোমিনের অভীক্ষণ** (1) ব্রোমিনের উপস্থিতি উহার বিশিষ্ট গাঢ় লাল র এবং তীব্র গন্ধের সাহায্যেই জানা যায়। (2) ষ্টার্চেব দ্রবণে ব্রোমিন যোগ করিলে দ্রবণের বর্ণ কমলালেবুর বর্ণের মত হয়। (3) ষ্টার্চ এবং পটাসিয়াম অক্সোডাইডের দ্রবণে সিল্ক কাগজ ব্রোমিনের বাষ্পে ধবিলে উহার বর্ণ নীল হয়। (4) ব্রোমিনের জলীয় দ্রবণে কার্বন ডাই সলফাইড যোগ করিয়া ভালভাবে ঝাঁকাইয়া রাখিয়া দিলে নীচে যে কার্বন ডাই সলফাইডের স্তর জমা হয় তাহা লালচে বাদামী বর্ণের হয়। এই সমস্ত পরীক্ষা দ্বারা ব্রোমিনের অস্তিত্ব প্রমাণিত হয়।

নাইট্রোজেন পান অক্সাইড এবং ব্রোমিনের বাষ্পের ব তীব্রগন্ধ একই প্রকার। কোন বিক্রিয়ায় লালচে বাদামী র এর বাষ্প উদ্ভূত হইলে তাহা ব্রোমিনের অথবা নাইট্রোজেন পান অক্সাইডের এই সম্বন্ধে সন্দেহ উপস্থিত হইলে বাষ্পটিকে জলের ভিতর চালনা করিলে যদি বর্ণহীন দ্রবণ পাওয়া যায় তবে বাষ্পটি নাইট্রোজেন পান অক্সাইডের বলিয়া জানা যাইবে। ব্রোমিনের বাষ্প হইলে জলের দ্রবণের বর্ণ হলদে হইবে।

**ব্রোমিনের ব্যবহার** মুক্ত ব্রোমিন ব্রোমাইড লবণ উৎপাদনে বীজাণু নাশক হিসাবে জৈব সংশ্লেষণে (organic synthesis), জৈব বঞ্জক (organic dyes) প্রস্তুতে এবং জারক হিসাবে ব্যবহৃত হয়।

ব্রোমিন অপেক্ষা ব্রোমাইডের ব্যবহার বেশী। পটাসিয়াম ব্রোমাইড (KBr) এবং সিলভার ব্রোমাইড (AgBr) দুইটি প্রধান ব্রোমাইড লবণ। পটাসিয়াম ব্রোমাইড ঔষধ হিসাবে ব্যবহৃত হয়। সিলভার ব্রোমাইড ফটোগ্রাফীর প্লেটে ব্যবহার করা হয় এবং প্লেটের উপর ইহা পটাসিয়াম ব্রোমাইড এবং সিলভার নাইট্রেটের বিক্রিয়ার দ্বারা উৎপাদিত হয়। বীজাণুনাশক হিসাবে যখন ইহার ব্যবহার হয় তখন ব্রোমিনকে কিসেলগুড (kieselguhr) নামক মাটিতে শোষণ করিয়া কঠিন ব্রোমিন (Bromum Solidificatum) নামে বাজারে বিক্রয় করা হয়।

আয়োডিন (Iodine)

স কেত—I পাবমাণবিক ওজন—126.9 বাষ্পীয় ঘনত্ব—126.9

আণবিক স কেত  $I_2$ , গলনাঙ্ক 114.2 সেণ্টিগ্রেড স্ফুটনাঙ্ক 184 সেণ্টিগ্রেড, ঘনত্ব 4.94।

**অবস্থান** অত্যাশ্চর্য হ্যালোজেনের মত আয়োডিনও প্রকৃতিতে মুক্ত অবস্থায় পাওয়া যায় না। সমুদ্রের জলে কিছু পরিমাণ আয়োডাইড লবণ থাকে। সামুদ্রিক উদ্ভিদ আগাছা (Sea weeds) এই আয়োডাইড আয়নসাৎ কবিয়া থাকে। সমুদ্রের তটবর্তী উদ্ভিদ অপেক্ষা গভীর সমুদ্রের উদ্ভিদে কিছু বেশী পরিমাণ আয়োডাইড থাকে। ঝড়েব সময় গভীর সমুদ্রের উদ্ভিদগুলি সমুদ্রতটে আসিয়া জড়ো হয়। সেই উদ্ভিদগুলি স গ্রহ করিয়া বোদ্রে শুকাইয়া সাবধানে পোড়ান হয় যাহাতে কোন আয়োডিন উড়িয়া না যায়। পোড়ানর পর যে ছাই (ash) পাওয়া যায় তাহাকে সাধারণত কেল্প (Kelp) বলে এব এই কেল্প হইতে আয়োডিনের পণ্য উৎপাদন সাধিত হয়। সামুদ্রিক উদ্ভিদ ছাড়াও চিলিতে সোডিয়াম নাইট্রেট বা ক্যালিচিব (Caliche) যে খনি আছে তাহাতে সামান্য পরিমাণ সোডিয়াম আয়োডেট ( $NaIO_3$ ) সোডিয়াম নাইট্রেটের সহিত মিশ্রিত অবস্থায় পাওয়া যায়। ইহাও আয়োডিনের পণ্য উৎপাদনে ব্যবহৃত হয়।

জীবদেহেব কোন কোন গ্রন্থিতে (glands) যথা থাইরয়েড (thyroid) গ্রন্থিতে কড নামক সামুদ্রিক মৎস্তের লিভার হইতে উৎপন্ন তৈলে দ্রুদে এবং পেট্রোলিয়াম খনি হইতে প্রাপ্ত লবণ জলে (petroleum brine) আয়োডিনের যোগ দেখিতে পাওয়া যায়।

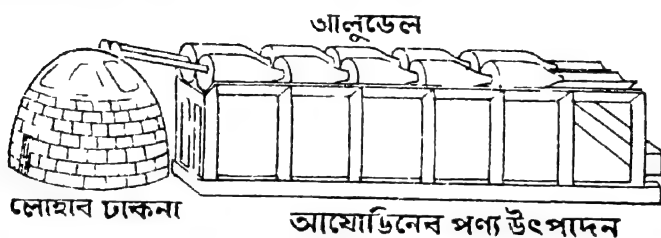
**প্রস্তুতি (ক) পরীক্ষাগার প্রণালী** পরীক্ষাগারে যে উপায়ে ইহার সমগোত্রীয় ক্লোরিন ও ব্রোমিন প্রস্তুত করা হয় সেই একই উপায়ে আয়োডিনও প্রস্তুত করা হয়। পটাশিয়াম আয়োডাইডের সহিত ম্যাঙ্গানিজ ডাই অক্সাইড এব ঘন সলফিউরিক অ্যাসিড মিশাইয়া একটি বকযন্ত্রে লইয়া উত্তপ্ত করা হয়। বকযন্ত্রের মুখে একটি ফ্লাস্ক লাগানো হয় এব ইহাই আয়োডিনের গ্রাহক হিসাবে কার্য করে। এই ফ্লাস্কটিকে একটি কাচের দ্রোণীতে জল রাখিয়া সেই জলের ভিতর যতটা সম্ভব ডুবাইয়া রাখা হয় এব ফ্লাস্কেব উপর দিকে ভিজা কাপড় বা ভিজা ব্রটি, কাগজ রাখিয়া অনবরত জল ঢালা হয়। ইহাতে ফ্লাস্কটি ঠাণ্ডা থাকে।



উত্তাপ প্রয়োগের ফলে আয়োডিনের বেগুণী র এর বাষ্প উত্থিত হয় এবং এই বাষ্প ঠাণ্ডা ফ্লাস্কের ভিতর যাইয়া উজ্জ্বল কালে। আয়োডিনের স্ফটিকে পরিণত হয়। ( “রসায়নের গোড়ার কথা”, প্রথম ভাগ, চতুর্থ সংস্করণ ৩৪ পৃ চিত্র নং ৫ দেখ। )



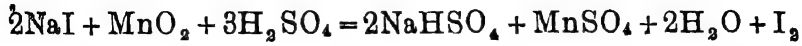
(খ) পণ্য উৎপাদন (১) সামুদ্রিক উদ্ভিদ হইতে (from sea-weeds) গভীর সমুদ্রের উদ্ভিদগুলি ঝড়ে সমুদ্রতটে আসিয়া লাগিলে সে গ্রহণ করা হয় এবং রৌদ্রতাপে শুকাইয়া লওয়া হয়। শুক উদ্ভিদগুলিকে মৃদুতাপে পোড়ানো হয় কারণ উচ্চ উষ্ণতায় আয়োডাইড লবণ নষ্ট হইয়া যায়। এই প্রকারে পোড়ানোর ফলে যে ছাই উৎপন্ন হয় তাহাকে কেল্প বলে। এই কেল্পে ক্ষাব



চিত্র নং ৩৩

ধাতুর আয়োডাইড এবং অশ্রু লবণ থাকে। এই কেল্পকে লোহার পাত্রে লইয়া ষ্টীমের উত্তাপে ভলে গুলিয়া যে দ্রব উৎপন্ন হয় তাহা ছাঁকিয়া লোহার কড়াইএ ঘোঁতুত করিয়া ঠাণ্ডা করিলে সলফেট, ক্লোরাইড প্রভৃতি লবণগুলি কেলাসিত হয়। কেলাসিত লবণগুলি অপসাবিত করিয়া যে শেষ দ্রব পাওয়া যায় তাহাতে সোডিয়াম আয়োডাইড এবং পটাসিয়াম আয়োডাইড সামান্য ব্রোমাইড এবং ক্লোরাইড থাকে। শেষ দ্রবের সহিত সলফিউরিক অ্যাসিড মিশাইলে পোড়াইবার সময় উৎপন্ন সলফাইড হইতে সলফার মুক্ত হয়। মুক্ত সালফারযুক্ত দ্রবকে খিতাইতে দেওয়া হয় এবং পরে উপর হইতে পরিষ্কার দ্রবকে ঢালিয়া লইয়া তাহার সহিত ম্যাঙ্গানিজ ডাই অক্সাইড এবং গাঢ় সলফিউরিক অ্যাসিড মিশ্রিত করিয়া লোহার কড়াইএ উত্তপ্ত করা হয়। লোহার কড়াইএর উপর সীসার ঢাকনা (still heads) লাগানো থাকে এবং ঢাকনার সহিত নির্গমল লাগাইয়া নির্গম

নলের মুখ অ্যালুডেল (aludel) নামে অভিহিত মাটির গ্রাহকের ভিতর প্রবেশ করাইয়া রাখা হয়। আয়োডাইড হইতে মুক্ত আয়োডিন উৎকৃষ্ট হইয়া অ্যালুডেলের ভিতর কঠিন অবস্থায় স গৃহীত হয়।

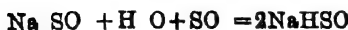


(ii) চিলির নাইট্রেট বা ক্যালিচি হইতে (from Chile saltpetre or Caliche) ক্যালিচিতে সোডিয়াম নাইট্রেটের সহিত শতকরা ০.২ ভাগ সোডিয়াম আয়োডেট মিশ্রিত থাকে। সাধারণত এই ক্যালিচি সাব হিসাবে ব্যবহৃত হয় কিন্তু সোডিয়াম আয়োডেট উদ্ভিদেব ধ্বংস সাধন করে। তাই ক্যালিচিকে জলে দ্রবীভূত করিয়া উত্তাপ দ্বারা দ্রবীভূত করা হয় এবং পবে ঠাণ্ডা করিয়া বিস্কৃত সোডিয়াম নাইট্রেট কলাসিত করিয়া সংগ্রহ করা হয় এবং সার হিসাবে ব্যবহার করা হয়। তখন যে শেষদ্রব পড়িয়া থাকে তাহাতে সোডিয়াম আয়োডেট থাকিয়া যায়। এই শেষদ্রবের সহিত উপযুক্ত পরিমাণ সোডিয়াম বাই সলফাইটের দ্রবণ মেশান হয়। এই মিশ্রণের ফলে আয়োডেট হইতে আয়োডিন মুক্ত হয় এবং কঠিন অবস্থায় দ্রবণ হইতে পৃথক হইয়া যায়।



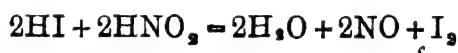
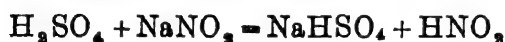
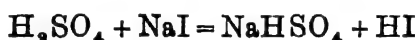
এই কঠিন আয়োডিনযুক্ত দ্রবণকে থিতাইতে দেওয়া হয়। পরে উপর হইতে তরল দ্রবকে অপসারিত করিয়া কঠিন আয়োডিনকে জল দ্বারা দ্রবীভূত করা হয়। পবে চাপ প্রয়োগ করিয়া ইহাকে চাকতিতে (cakes) পরিণত করা হয়।

**দ্রষ্টব্য** সোডিয়াম বাই সলফাইট বা অ্যান্টিসোডিয়াম সলফাইট ( $\text{NaHSO}_3$ ) বাজারে না কিনিয়া সোডিয়াম কার্বনেটের দ্রবণের ভিতর সলফার পোড়াইয়া উৎপাদিত সলফার ডাই অক্সাইড গ্যাস যথেষ্ট পরিমাণে অতিক্রম করাইয়া আয়োডিন উৎপাদনের স্থানেই প্রস্তুত করা হয় এবং এইভাবে সোডিয়াম বাই সলফাইটের যে দ্রবণ পাওয়া যায় তাহাই আয়োডেটের দ্রবণে যোগ করা হয়।



(iii) পেট্রোলিয়াম খনিতে প্রাপ্ত দ্রবণ জল হইতে (from Petroleum brine) এই স্থলে বর্ণিত পদ্ধতি দ্বারা আমেরিকাতে পেট্রোলিয়াম খনি

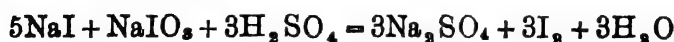
হইতে সংগৃহীত লবণ জল হইতে আয়োডিনের পণ্য উৎপাদন করা হয়। যুক্তরাজ্যের দক্ষিণ কেরোলিনার পেট্রোলিয়াম খনি হইতে যে লবণ জল পাওয়া যায় তাহার দশ লক্ষ ভাগে ৩০ হইতে ৭০ ভাগ আয়োডিন সোডিয়াম আয়োডাইডরূপে দেখিতে পাওয়া যায়। এই লবণ জলকে খিতাইতে দেওয়া হয় এবং উপরে যে তৈল জমা হয় তাহা অপসারিত করা হয়। তাহার পর লবণ জলে সলফিউরিক অ্যাসিড উপযুক্ত পরিমাণ যোগ করিয়া জলকে অ্যাসিডধর্মী করা হয়। পবে সোডিয়াম নাইট্রাইট ( $\text{NaNO}_2$ ) যোগ করিলে আয়োডাইড হইতে আয়োডিন মুক্ত হয়। এখানে সোডিয়াম নাইট্রাইট জারকরূপে কার্য্য কবে।



একটি ঈষৎ হলুদবর্ণের দেখায় কারণ মুক্ত আয়োডিনের পরিমাণ খুবই কম। এই দ্রবকে উজ্জীবিত (activated) অঙ্গারের গুড়ার ভিতর দিয়া অতিক্রম করাইয়া পরিস্রাবিত করা হয়। যখন যথেষ্ট পরিমাণ আয়োডিন উজ্জীবিত অঙ্গারে জমা হয়, তখন ঐ উজ্জীবিত অঙ্গারের সহিত কষ্টিক সোডার দ্রবণ মিশাইয়া ফুটান হয়। আয়োডিন আয়োডাইড এবং অয়োডেটে পরিণত হইয়া দ্রবে মিশাইয়া থাকে।



অঙ্গার হইতে দ্রবকে পৃথক করিয়া উত্তাপ দ্বারা ঘনীভূত করিয়া যথেষ্ট পরিমাণে সলফিউরিক অ্যাসিড যোগ করিলে দ্রবটি অ্যাসিডধর্মী হইবে এবং তখন কঠিন আয়োডিন দ্রবণের ভিতর জমা হয়।

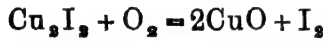


আয়োডিনের বিশুদ্ধি সম্পাদন উপরের লিখিত উপায়ে প্রাপ্ত আয়োডিনে জলীয় বাষ্প, আয়োডিন ক্লোরাইড ( $\text{ICl}$ ) আয়োডিন ব্রোমাইড ( $\text{IBr}$ ) এবং আয়োডিন সায়ানাইড ( $\text{ICN}$ ) অণুদ্বিরূপে বর্তমান থাকে। ইহারা সকলেই উষ্মায় সেই কারণে উর্দ্ধপাতন দ্বারা ইহাদিগকে আয়োডিন হইতে পৃথক করা যায় না। এই সকল অণুদ্বিরূপ আয়োডিনের সহিত চুন (ক্যালসিয়াম অক্সাইড,  $\text{CaO}$ ) এবং

পটাসিয়াম আয়োডাইড মিশাইয়া মিশ্রণকে উত্তপ্ত করিলে বিতৃষ্ণ আয়োডিন উর্দ্ধপাতিত হয়। চুন দ্বারা জল শোষিত হয় এবং পটাসিয়াম আয়োডাইড ক্লোরিন এবং ব্রোমিন অপসারিত করে।

অতি বিতৃষ্ণ আয়োডিন পাইতে হইলে উপরে লিখিত প্রণালাতে উর্দ্ধপাতিত আয়োডিনকে পটাসিয়াম আয়োডাইডের গাঢ় দ্রবণে দ্রবীভূত করিয়া দ্রবকে অতিরিক্ত জল দিয়া পাতলা করিলে কঠিন আয়োডিন অধঃস্থ হয়। ইহাকে কাচের পশমের (glass-wool) মধ্য দিয়া ছাঁকিয়া বায়ুশূন্য শোষকাধারে গাঢ় সলফিউরিক অ্যাসিডের উপরে রাখিয়া শুকাইয়া লইলে অতি বিতৃষ্ণ আয়োডিন পাওয়া যায়।

কিউপ্রাস আয়োডাইডকে বায়ুপ্রবাহে উত্তপ্ত করিলে অতি বিতৃষ্ণ আয়োডিন উৎপন্ন হয়।



**আয়োডিনের ধর্ম** সাধারণ উষ্ণতায় আয়োডিন ধূসর বর্ণের উজ্জ্বল স্ফটিকাকার কঠিন পদার্থ। সাধাবণত ইহাকে আশের (scales) আকারে পাওয়া যায়। ইহার আপেক্ষিক গুরুত্ব ৪.৭৪ এবং ইহার গলনাঙ্ক ১১৪.২ সেন্টিগ্রেড। সাধারণ উষ্ণতায় আয়োডিন অতি ধীরে ধীরে কঠিন অবস্থা হইতে বাষ্পে পরিণত হয়। উত্তাপ প্রয়োগ করিলে ইহা গলিবার অনেক আগেই বেগুনি রংয়ের বাষ্পে পরিণত হয়। সেই কারণে ইহাকে সহজেই উর্দ্ধপাতিত করা সম্ভব। আয়োডিনের বাষ্পের গন্ধ অনেকটা পাতলা ক্লোবিনেব অমুরূপ। তরল আয়োডিনের স্ফুটনাঙ্ক ১৮৪.৪ সেন্টিগ্রেড এবং এই স্ফুটনাঙ্কের উষ্ণতায় আয়োডিনের বাষ্পীয় ঘনত্ব হইতে জানা যায় যে ইহার আণবিক সঙ্কেত হইল  $\text{I}_2$  এবং ৭০০ সেন্টিগ্রেড উষ্ণতা পর্যন্ত বাষ্পীয় ঘনত্ব হইতে আয়োডিনের অণু দ্বিপরমাণুক বলিয়া জানা যায়। কিন্তু তাহার পর ১৭০০ সেন্টিগ্রেড তাপ মাত্রা পর্যন্ত উত্তপ্ত করিয়া বাষ্পীয় ঘনত্ব পরিমাপ করিলে দেখা যায় যে দ্বিপরমাণুক অণুগুলি পুরাপুরি এক পৰমাণুক অণুতে পরিবর্তিত হয়।

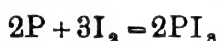


জলে আয়োডিন অতি সামান্য দ্রাব্য। ১ লিটার জলে ১৮ সেন্টিগ্রেড উষ্ণতায় মাত্র ০.২৭৬৫ গ্রাম আয়োডিন দ্রবীভূত হয়, ৩৫ সেন্টিগ্রেড উষ্ণতায় ০.৪৬৬২ গ্রাম এবং ৫৫ সেন্টিগ্রেড উষ্ণতায় ০.৭২২৬ গ্রাম আয়োডিন দ্রবীভূত হয়। কিন্তু ইহা পটাসিয়াম আয়োডাইডের দ্রবণে খুব দ্রাব্য। দ্রবণের রং বাদামী। এই দ্রবণে পটাসিয়াম ট্রাই আয়োডাইড উৎপন্ন হইয়া থাকে  $\text{KI} + \text{I}_2 = \text{KI}_3$

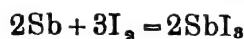
এই দ্রবণ হইতে  $KI_3$ ,  $H_2O$  এর কালো র এর কেলাস পাওয়া যায়। বিভিন্ন জৈব দ্রাবকে যথা অ্যালকোহল ঈথার, বেনজিন, ক্লোবোফর্ম এবং কার্বন ডাই সলফাইড আয়োডিন বেশ দ্রবীভূত হয়। অ্যালকোহলে বেনজিনে ও ঈথারে যে দ্রব উৎপন্ন হয় তাহার ব বাদামী কিন্তু ক্লোরোফর্মে ও কার্বন ডাই সলফাইডে যে দ্রব পাওয়া যায় তাহার ব বেগুনী।

আয়োডিনের রাসায়নিক ধর্ম ক্লোরিন এবং ব্রোমিনের অনুরূপ কিন্তু ইহার সক্রিয়তা ক্লোরিন ও ব্রোমিনের তুলনায় অনেক কম। আয়োডিনের বাষ্প দাহ্য ও নয় এবং সাধারণ হিসাবে দহন সহায়কও নয়। কিন্তু সাদা ফসফোরাস, অ্যান্টিমনি এবং আর্সেনিকের গুড়া আয়োডিন বাষ্পে দিলে জলিয়া উঠে এবং আয়োডিনের বাষ্প এই দহন সহায়তা করে।

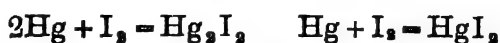
**পরীক্ষা** একটি খর্বরেব এক প্রান্তে একটুকরা সাদা ফসফোরাস এবং অল্প প্রান্তে একটুকরা আয়োডিন রাখিলে কোন ক্রিয়া হয় না কিন্তু আয়োডিনের টুকরা ফসফোরাসের সহিত একত্রিত করিলেই প্রথমে ফসফোরাস গলিয়া যায় এবং পরে উহার তীব্রভাবে ক্রিয়া করে এবং ফসফোরাস জলিয়া উঠে ও আয়োডিনের বেগুনী ধোয়া দেখা যায়। উজ্জ্বল চামচে একটুকরা সাদা ফসফোরাস লইয়া আয়োডিনের বাষ্পে ভিতর নামাইয়া দিয়া এই পরীক্ষা দেখান যাইতে পারে। সেখানেও প্রথমে সাদা ফসফোরাস গলিয়া যায় এবং পরে তাহাতে আগুন ধরিয়া যায়।



আয়োডিনের বাষ্পপূর্ণ গ্যাস জাবে অ্যান্টিমনি বা আর্সেনিকের গুড়া ঈষৎ উত্তপ্ত করিয়া ছিটাইয়া দিলে তাহা ফুলঝুরির মত জলিয়া উঠে।



মার্কাসি ও আয়োডিন একটি খলে লইয়া উত্তমরূপে হুড়ি দিয়া মাড়িয়া মিশ্রিত করিলেই মার্কাসি আয়োডাইড উৎপন্ন হয়।



মার্কাসিউরাস

মার্কাসিউরিক

আয়োডাইড

আয়োডাইড

(ধূসর রংএর)

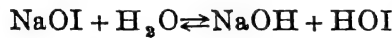
(লাল রংএর)

হাইড্রোজেনের প্রতি আয়োডিনের আসক্তি আছে কিন্তু ক্লোরিন ও ব্রোমিনের তুলনায় তাহা মাত্রায় অতি কম। হাইড্রোজেন ও আয়োডিনের বাষ্প মিশ্রিত করিয়া স্ব্যালোকে ধরিলে বা বৌদ্ধ্রতাপে ধরিলে কোন বিক্রিয়া সঘটিত হয় না মিশ্রণটিকে উত্তপ্ত করিলেও কোন বিক্রিয়া হয় না। কিন্তু প্লাটিনাম ধাতুর অল্পঘটক রূপে উপস্থিতিতে অধিক উষ্ণতায় হাইড্রোজেন ও আয়োডিন আশিকভাবে সযুক্ত হইয়া হাইড্রোজেন আয়োডাইড উৎপন্ন করে।  $H_2 + I_2 \rightleftharpoons 2HI$

ক্ষার পদার্থের দ্রবণের সহিত আয়োডিন দুইভাবে ক্রিয়া করিয়া থাকে। সাধারণ উষ্ণতায় পাতলা ক্ষাব পদার্থের দ্রবণের সহিত সোডিয়াম আয়োডাইড এবং সোডিয়াম হাইপো আয়োডাইট উৎপাদিত হয়।



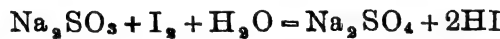
কিন্তু হাইপো আয়োডাইটগুলি অস্থায়ী যোগ জলের সহিত ক্রিয়া করিয়া ইহার হাইপো আয়োডাস্ অ্যাসিড দিয়া থাকে।



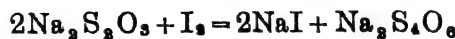
অধিক উষ্ণতায় ক্ষাবের গাঢ় দ্রবণে আয়োডিন যো। করিলে আয়োডাইড এবং আয়োডেট উৎপন্ন হয়।



আয়োডিনের মুহু জারণশক্তি আছে ইহা হাইড্রোজেন সলফাইড হইতে সলফার মুক্ত করে  $H_2S + I_2 = 2HI + S$  সলফার ডাই অক্সাইডকে জলের উপস্থিতিতে সলফিউরিক অ্যাসিডে পরিবর্তিত করে  $SO_2 + I_2 + 2H_2O = 2HI + H_2SO_4$  সোডিয়াম সলফাইডের দ্রবণকে সোডিয়াম সলফেটের দ্রবণে রূপান্তরিত করে।



সোডিয়াম থায়োসলফেটের দ্রবণের সহিত আয়োডিন সম্পর্কে আসামাত্র বিক্রিয়া ঘটে আয়োডিনের রং নষ্ট হয় এবং সোডিয়াম টেট্রাথায়োনেট ও সোডিয়াম আয়োডাইড উৎপন্ন হয়।



সোডিয়াম থায়োসলফেট

সোডিয়াম টেট্রাথায়োনেট

আয়োডিন কোন ক্লোরাইড বা ব্রোমাইডকে বিশ্লিষ্ট করিয়া ক্লোরিন বা ব্রোমিন পৃথক করিতে পারে না, কিন্তু পটাশিয়াম ক্লোরেট হইতে ক্লোরিনকে বিচ্ছিন্ন করে।

পটাসিয়াম ক্লোরেটকে উত্তাপ দ্বারা গলাইয়া তরল পটাসিয়াম ক্লোরেটে আয়োডিন যোগ করিতে হয়  $2KClO_3 + I_2 = 2KIO_3 + Cl_2$

শ্বেতসারের দ্রবণ সামান্য আয়োডিন যোগ করিলে দ্রবণের বর্ণ ঘোর নীল হয়। দ্রবণকে ৪৭ সেন্টিগ্রেড তাপমাত্রার উপর উত্তপ্ত করিলে দ্রবণের নীল বর্ণ লোপ পাইয়া পূর্বের বর্ণ ফিরিয়া আসে। দ্রবণকে পুনরায় ঠাণ্ডা করিলে নীলবর্ণ ফিরিয়া আসে। শ্বেতসার ও আয়োডিনের একটি অস্থায়ী যৌগ (ষ্টার্চ আয়োডাইড বা ষ্টার্চ আয়োডিন যৌগ—starch iodide or starch iodine compound) গঠিত হওয়ায় দ্রবণের বর্ণ গাঢ় নীল হয়।

গাঢ় এবং উষ্ণ নাইট্রিক অ্যাসিড দ্বারা আয়োডিন জারিত হইয়া আয়োডিক অ্যাসিড দেয়।

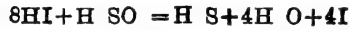
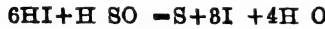
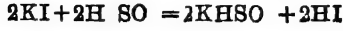
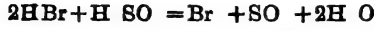
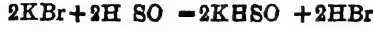


**আয়োডিনের অভীক্ষণ** ইহার বেগুনী বাষ্প ইহাকে সহজেই চিনাইয়া দেয়। বর্ণহীন শ্বেতসারের দ্রবণে আয়োডিন যোগ করিলে দ্রবণের বর্ণ গাঢ় নীল হয়। এই পরীক্ষা দ্বারা ৫০ লক্ষ ভাগ জলে ১ ভাগ আয়োডিন থাকিলেও তাহার অস্তিত্ব ধরা যায়। কার্বন ডাই সলফাইড কার্বন টেট্রাক্লোরাইড ও ক্রোরোফর্ম ইহার যে দ্রবণ উৎপন্ন হয় তাহার বেগুনী রং দেখিয়া ইহাকে সহজেই চেনা যায়।

**আয়োডিনের ব্যবহার** বীজাণুনাশক ঔষধ হিসাবে আয়োডিন এবং আয়োডিনের কোন কোন যৌগ প্রচুর পরিমাণে ব্যবহৃত হয়। টিংচার আয়োডিন (tincture of iodine) রূপে ইহাকে আমবা ব্যবহার করিয়া থাকি। ইহা প্রস্তুত করিতে অর্ধ আউন্স আয়োডিন অর্ধ আউন্স পটাসিয়াম আয়োডাইড এবং অর্ধ আউন্স জলের মিশ্রণে ৭৫/ অ্যালকোহল যোগ করিয়া ১ পাইট করিতে হয়। ইহা ছাড়া আয়োডিন রক্তনশিল্পে এবং আয়োডোফর্ম সোডিয়াম আয়োডাইড, পটাসিয়াম আয়োডাইড ও সিলভার আয়োডাইড প্রস্তুতে ব্যবহৃত হয়। পরীক্ষাগারে ইহা মৃত্ত জারক হিসাবে এবং রাসায়নিক বিশ্লেষণে এবং সন্নিবেশে ব্যবহৃত হয়।

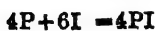
**বিশেষ দ্রষ্টব্য** যে উপায়ে হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড এবং হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড প্রস্তুত করা হয় সেই উপায় অবলম্বন করিয়া হাইড্রো ব্রোমিক বা হাইড্রো আয়োডিক অ্যাসিড প্রস্তুত করা যায় না। তাহার কারণ ব্রোমাইড এবং আয়োডাইড হইতে উচ্চ সলফিউরিক অ্যাসিডের

বিক্রিয়ার ফলে মুক্ত হাইড্রোব্রোমিক এবং হাইড্রো আয়োডিক অ্যাসিড বিজারক হিসাবে ক্রিয়া করে এবং সলফিউরিক অ্যাসিডকে বিজারিত করে ও নিজে জারিত হইয়া ব্রোমিন এবং আয়োডিন উৎপন্ন করে।



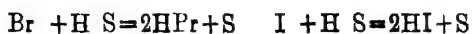
সেই কারণে অল্প এক উপায়ে এই দুইটি হ্যালোজেন হাইড্রোসিড (Halogen hydracid) প্রস্তুত করা হয়। হাইড্রো ব্রোমিক অ্যাসিড প্রস্তুত করিতে হইলে একটি ফ্লাস্কে লাল ফস্ফোরাস ও জলের মিশ্রণ লইয়া বিন্দুপাতন ফানেলের সাহায্যে উক্ত মিশ্রণের উপর তরল ব্রোমিন দৌটা দৌটা করিয়া যোগ করা হয়। তাহাতে হাইড্রোজেন ব্রোমাইডের সাদা ধোয়া ব্রোমিনের বাদামী বাষ্পের সহিত মিশ্রিত হইয়া ফ্লাস্কে সংযুক্ত নির্গম নল দিয়া বাহির হইয়া আসে। এই অশুদ্ধ হাইড্রোজেন ব্রোমাইডকে একটি U নলের মধ্যস্থিত ভিজা লাল ফস্ফোরাসের ভিতর দিয়া অতিক্রম করান হয়।

তাহাতে ব্রোমিনের বাষ্প শোষিত হয় এবং হাইড্রোজেন ব্রোমাইড গ্যাসীয় অবস্থায় U-নল হইতে বাহির হইয়া আসে। এই নির্গম নলেব সহিত একটি উটান ফানেল যোগ করিয়া ফানেলের মুখটি একটি বড় বীকাবে জলের ভিতর ডুবাইয়া রাখা হয়। তাহাতে হাইড্রোজেন ব্রোমাইড শোষিত হয় এবং হাইড্রো ব্রোমিক অ্যাসিডের দ্রবণ উৎপন্ন হয়। শেষের দিকে ফ্লাস্কটিকে তার জালির উপর রাখিয়া বুনসেন দীপদ্বারা উত্তপ্ত করা হয় এবং সমগ্র হাইড্রোজেন ব্রোমাইড বাহির করিয়া লওয়া হয়। হাইড্রিডিক অ্যাসিড (Hydriodic acid) প্রস্তুত করিতে ফ্লাস্কের ভিতর আয়োডিন এবং লাল ফস্ফোরাসের মিশ্রণ লইতে হয় এবং ফ্লাস্কের মুখে সংযুক্ত বিন্দুপাতন ফানেল হইতে দৌটা দৌটা করিয়া জল উক্ত মিশ্রণের উপর ফেলা হয়। তাহাতে গ্যাসীয় হাইড্রোজেন আয়োডাইড আয়োডিনের বাষ্পের সহিত মিশ্রিত হইয়া বাহির হইয়া আসে। এই হাইড্রোজেন আয়োডাইড এবং আয়োডিনের মিশ্রণটি একটি U নলের ভিতরে অবস্থিত ভিজা লাল ফস্ফোরাসের ভিতর দিয়া অতিক্রম করাইয়া আয়োডিনমুক্ত করা হয় এবং নির্গম নলের সহিত উটান ফানেল লাগাইয়া ফানেলের মুখ একটি বীকাবে অবস্থিত জলে ডুবাইয়া হাইড্রিডিক অ্যাসিডের দ্রবণ প্রস্তুত করা হয়।





হাইড্রিডিক অ্যাসিডের প্রস্তুতিতে ক্লোরটিকে উত্তপ্ত করার কোনই প্রয়োজন হয় না। বরং ঠাণ্ডা জলে ডুবাইয়া ক্লোরটিকে বিক্রিয়া সংঘটিত হইবার সময় ঠাণ্ডা করিতে হয়। ব্রোমিনেব্দ্রবণে এবং আয়োডিনযুক্ত জলে হাইড্রোজেন সলফাইড (H<sub>2</sub>S) অতিক্রম করাইয়া পৰিশ্রাবণদ্বারা সলফার অপসারিত কবিলে যথাক্রমে হাইড্রোব্রোমিক অ্যাসিড এবং হাইড্রিডিক অ্যাসিডের ত্রুণ পাওয়া যাইতে পারে।



### হ্যালোজেন গোষ্ঠীর তুলনামূলক আলোচনা

কতকগুলি বর্মে হ্যালোজেন গোষ্ঠীর মৌলগুলি সমতা দেখাইয়া থাকে আবার কতকগুলি ধমে তাহাদের পারমাণবিক ওজন বৃদ্ধির সঙ্গে হ্রাসবৃদ্ধি দেখা যায়।

**উল্লেখযোগ্য সমধর্ম সমূহ** (i) হ্যালোজেন মৌলবৎ কোনটিই প্রকৃতিতে মুক্ত অবস্থায় পাওয়া যায় না। (ii) মৌলগুলি সকলেই এক যোজী (iii) তাহাদের প্রত্যেকটির গন্ধ অতি বিষাক্ত। (iv) ইহাদের প্রত্যেকটিই হাইড্রোজেনের সহিত যুক্ত হইয়া অ্যাসিড উৎপন্ন করে এবং উক্ত অ্যাসিডগুলি প্রত্যেকটিই বর্ণহীন গ্যাস ও জলে খুবই দ্রাব্য এবং জলের দ্রবণগুলি তীব্র অ্যাসিড। (v) তাহারা সকলেই ধাতুর সহিত প্রত্যক্ষভাবে সংযুক্ত হয়। (vi) ফ্লুরোবিন ছাড়া অন্তঃসমস্ত হ্যালোজেন মৌলই একই উপায়ে প্রস্তুত করা যায়। (vii) ফস্ফোরাসের সহিত সকলেই প্রত্যক্ষভাবে যুক্ত হইয়া ফস্ফোরাসের হ্যালাইড উৎপন্ন করে।

নিম্নে যে সমস্ত ধর্ম পারমাণবিক ওজন বৃদ্ধির সহিত হ্রাসবৃদ্ধি দেখাইয়া থাকে তাহা দেখান হইল। একমাত্র জলে দ্রাব্যতা এই নিয়মের অধীন নয়। ফ্লুরোরিণের জলে দ্রাব্যতা নির্ণয় করা যায় না কারণ ইহা জলের সহিত ক্রিয়াশীল। ক্লোরিণেব্দ্রবণ জলে দ্রাব্যতা অপেক্ষা ব্রোমিনের দ্রাব্যতা সামান্য বেশী কিন্তু আয়োডিন জলে অতি সামান্যই দ্রবীভূত হয়।

পারমাণবিক ওজনবৃদ্ধির সহিত হালোজেন মৌলগুলির ধর্মের ক্রাস বৃদ্ধি।

ধর্ম	ক্রমোচ্চারণ	ক্লোরিন	ব্রোমিন	আয়োডিন
(1) পারমাণবিক ওজন	19	35.45	79.92	126.91
(2) অবস্থা	গ্যাস	গ্যাস	তরল	কঠিন
(3) বাষ্পের র	ফিকে সবুজ আভা বিশিষ্ট হালুদ	সবুজ আভা বিশিষ্ট হালুদ	বাদামী আভাযুক্ত লাল	বেগুনী
(4) গন্ধ	অতিশয় আলা উৎপাদক খারাপ গন্ধ	আলা উৎপাদক উগ্র গন্ধ	অতিশয় আলা উৎপাদক উগ্র গন্ধ	চোখের এবং নাকের জ্বালা- উৎপাদনকারী উগ্র গন্ধ
(5) জলে দ্রাব্যতা	জলকে বিম্লিষ্ট করে	জলে সাধারণভাবে দ্রাব্য	জলের সাধারণ প্রকারে দ্রাব্য	জলে অতি সামান্য দ্রাব্য
(6) আপেক্ষিক গুরুত্ব	বায়ু অপেক্ষা সামান্য ভারী	বায়ু অপেক্ষা 2½ গুণ ভারী	তরলের আপেক্ষিক গুরুত্ব 3188 (0 সেন্টিগ্রেড)	কঠিনের আপেক্ষিক গুরুত্ব 494

ধর্ম	সুয়োয়িণ	ক্লোরিণ	ব্রোমিন	আয়োডিন
(৭) হাইড্রোজেনের সহিত বিক্রিয়া	অল্পকালে এত অতি নিম্ন তাপে (তরল বা যুগ্ম উষ্ণতায়) বিক্ষোবণ সহকারে হাইড্রোজেনের সহিত যুক্ত হয়। $H_2 + F_2 = 2HF$ উৎপন্ন হাইড্রোজেন সুয়োয়রাইড খুবই অস্থিতি যোগ্য।	স্বর্ণালোকে বিক্ষোবণ সহকারে হাইড্রোজেনের সহিত যুক্ত হয়। $H_2 + Cl_2 = 2HCl$ উৎপন্ন হাইড্রোজেন ক্লোরাইড হাইড্রোজেন সুয়োয়রাইড অপেক্ষা কম অস্থিতি যোগ্য।	উষ্ণ প্রয়োগ করিলে ধীরে ধীরে হাইড্রোজেনের সহিত যুক্ত হয়। $H_2 + Br_2 = 2HBr$ উৎপন্ন হাইড্রোজেন ব্রোমাইড উষ্ণ প্রয়োগে বিয়োজিত হয়।	অল্পকালের উপস্থিতিতে উত্তপ্ত করিলে হাইড্রো জেনের সহিত ধীরে ধীরে যুক্ত হয়। $H_2 + I_2 \rightleftharpoons 2HI$ উৎপন্ন হাইড্রোজেন আয়োডাইড অতি অল্প উষ্ণ প্রয়োগে বিয়োজিত হয়।
(৮) জলের সহিত বিক্রিয়া	জলকে বিশ্লিষ্ট করিয়া ওজোনযুক্ত অক্সিজেন উৎপন্ন করে। $2H_2O + 2F_2 = 4HF$ $+ O_3, 3H_2O + 3F_2 =$ $= 6HF + O_3$	স্বর্ণালোকে জলকে বিশ্লিষ্ট করিয়া অক্সিজেন উৎপন্ন করে। $2H_2O + 2Cl_2 =$ $= 4HCl + O_2$	স্বর্ণালোকে জলকে অতি ধীরে বিশ্লিষ্ট করিয়া অক্সিজেন উৎপন্ন করে। $2H_2O + 2Br_2 =$ $= 4HBr + O_2$	জলের সহিত আয়োডিনের কোন বিক্রিয়া কোন অবস্থাতেই হয় না।

পারমাণবিক ওজনবৃদ্ধির সহিত হালোজেন মৌলগুলির ধর্মের হ্রাস বৃদ্ধি

ধর্ম	ফ্লুরোবিন	ক্লোরিন	ব্রোমিন	আয়োডিন
(৯) বিরঞ্জক ধর্ম	জৈব দ্রব্যকে বিন্ধিষ্ট করে।	অতি সহজেই জৈব দ্রব্য বিন্ধিত র নষ্ট করে।	অতি ধীরে জৈব দ্রব্য বিন্ধিত র নষ্ট করে।	বিরঞ্জক গুণ একেবারেই নাই
(১০) রাসায়নিক ধর্ম	সর্বাপেক্ষা বিক্রিয়ালীল। ক্লোরাইড ব্রোমাইড এবং আয়োডাইডকে বিয়োজিত করিয়া ক্লোরিন ব্রোমিন এবং আয়োডিন উৎপন্ন করে।	সু্যোরিণ অপেক্ষা কম ক্রিয়ালীল। ব্রোমাইড এবং আয়োডাইড হইতে ব্রোমিন আয়োডি মুক্ত কবে	ক্রোরিণ অপেক্ষা কম ক্রিয়ালীল। আয়োডাইড হইতে আয়োডিন যুক্ত	দর্বাণেক্ষা কম ক্রিয়ালীল।  আয়োডাইড এবং হাইপো-আয়োডাইট উৎপন্ন হয়। কিন্তু হাইপো আয়োডাইট জলদ্বারা বিন্ধিষ্ট হইয়া হাইপো আয়ো ড স্ অ্যাসিডে পরিণত হয়। $2\text{NaOH} + \text{I}_2 = \text{NaI} + \text{NaOI} + \text{H}_2\text{O}$ $\text{NaOI} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{NaOH} + \text{HOI}$
(১১) কারের দ্রবণের ফ্লুরোরাইড এবং ফ্লুরোরিণ সহিত বিক্রিয়া — (ক) ঠাণ্ডা এবং পাতলা দ্রাবণ	$2\text{F}_2 + 2\text{NaOH} = 2\text{NaF} + \text{F}_2\text{O} + \text{H}_2\text{O}$	ক্লোরাইড এবং হাইপো ক্লোরাইট উৎপন্ন হয় $2\text{NaOH} + \text{Cl}_2 = \text{NaCl} + \text{NaOCl} + \text{H}_2\text{O}$	ব্রোমাইড এবং হাইপো ব্রোমাইট উৎপন্ন হয়। $2\text{NaOH} + \text{Br}_2 = \text{NaBr} + \text{NaOBr} + \text{H}_2\text{O}$	আয়োডাইড এবং হাইপো আয়োডাইট উৎপন্ন হয়। $6\text{NaOH} + 3\text{I}_2 = 5\text{NaI} + \text{NaIO}_3 + 3\text{H}_2\text{O}$
(খ) গরম এবং ঘন ফ্লুরোরাইড এবং অক্সিজেন দ্রবণ	উৎপন্ন হয়। $2\text{F}_2 + 4\text{NaOH} = 4\text{NaF} + 2\text{H}_2\text{O} + \text{O}_2$	ক্রোরিড ক্লোরেট উৎপন্ন হয়। $6\text{NaOH} + 3\text{Cl}_2 = 5\text{NaCl} + \text{NaClO}_3 + 3\text{H}_2\text{O}$	ব্রোমাইড এবং ব্রোমেট উৎপন্ন হয়। $6\text{NaOH} + 3\text{Br}_2 = 5\text{NaBr} + \text{NaBr} + 3\text{H}_2\text{O}$	আয়োডাইড এবং আয়ো ডেট উৎপন্ন হয়। $6\text{NaOH} + 3\text{I}_2 = 5\text{NaI} + \text{NaIO}_3 + 3\text{H}_2\text{O}$

পারমাণবিক ওজনযুক্তির সহিত হ্যালোজেন মৌলগুলির ধর্মের হ্রাস বৃদ্ধি

ধর্ম	ফ্লুরোরিন	ক্লোরিন	ব্রোমিন	আয়োডিন
12) ঠাণ্ডেব্রবণে ঠাণ্ডেব্রবণের জলেব্রবণের সহিত ঠাণ্ডেব্রবণের র এবং কোন ঠাণ্ডেব্রবণের কয়লালেব্রবণের সহিত বিক্রিয়া ঘটতে হয়।	বিক্রিয়া দুইটি অক্সাইড জাণা আছে যথা $F_2O$ এবং $H_2O$	চাণিটি অক্সাইড জাণা আছে কিন্তু সমস্ত অক্সাইডগুলিই দুষ্কৃত যথা $Cl_2O$ , $ClO$ , $Br_2O$	অতিশয় দুষ্কৃত অক্সাইড জাণা গিয়াছে যথা $Br_2O$	অতিশয় দুষ্কৃত অক্সাইড জাণা আছে। যথা— $IO_2$ , $IO$ , $O_3$ এবং $I_2O_5$
13) অক্সাইডের সংখ্যা এবং স্থায়িত্ব	দুইটি অক্সাইড জাণা আছে যথা $F_2O$ এবং $H_2O$	অতিশয় দুষ্কৃত অক্সাইড জাণা গিয়াছে যথা $Cl_2O$ , $ClO$ , $Br_2O$	অতিশয় দুষ্কৃত অক্সাইড জাণা গিয়াছে যথা $Br_2O$	অতিশয় দুষ্কৃত অক্সাইড জাণা গিয়াছে যথা $IO_2$ , $IO$ , $O_3$ এবং $I_2O_5$
14) অক্সাইড সমূহ	কোনও অক্সাইড জাণা নাই।	কোনও অক্সাইড জাণা নাই।	কোনও অক্সাইড জাণা নাই।	কোনও অক্সাইড জাণা নাই।

Questions

1 Describe Moissan's method of preparation of fluorine How is fluorine prepared now a days? Give a comparative account of Moissan's method and the modern method employed in the preparation of fluorine Mention the reaction with equation that occurs when fluorine is passed through a 2% solution of caustic soda What product is obtained by passing fluorine through sodium carbonate solution?

১। ময়সাঁর পদ্ধতি দ্বারা ফ্লুয়োরিনের প্রস্তুতি বর্ণনা কর। বর্তমানে কিভাবে ফ্লুয়োরিন প্রস্তুত করা হয়? ময়সাঁর পদ্ধতি ও বর্তমান পদ্ধতির তুলনামূলক আলোচনা কর। কষ্টিক সোডা ২% দ্রবণের ভিতর দিয়া ফ্লুয়োরিন অতিক্রম করাইলে যে রাসায়নিক বিক্রিয়া হয় তাহা সমীকরণ সহকারে উল্লেখ কর। সোডিয়াম কার্বনেটেব দ্রবণেব ভিতর দিয়া ফ্লুয়োরিন অতিক্রম করাইলে কোন দ্রব্য উৎপন্ন হয়।

2 Describe the method of preparation of anhydrous hydrofluoric acid What are the uses of hydrofluoric acid? Describe the method of etching glass with hydrofluoric acid Why an aqueous solution of hydrofluoric acid cannot be kept in a glass bottle?

২। অনাঙ্গ হাইড্রোফ্লুয়োরিক অ্যাসিড প্রস্তুত কবিরাব প্রণালী বর্ণনা কর। হাইড্রোফ্লুয়োরিক অ্যাসিড কেন্ কোন স্থলে ব্যবহৃত হইয়া থাকে? হাইড্রোফ্লুয়োরিক অ্যাসিড দ্বারা কাচের উপর লেখা খাদাই করার পদ্ধতি বর্ণনা কর। হাইড্রোফ্লুয়োরিক অ্যাসিডেব জলের দ্রবণ কাচের পাত্রে রাখা যায় না কেন?

3 Discuss the natural occurrence of bromine How is it manufactured? Describe with equations the reactions that occur when bromine is added to the aqueous solution of the following —(a) sulphur dioxide (b) sodium sulphite (c) potassium iodide (d) ferrous sulphate and (e) sodium hydroxide

৩। ব্রোমিনেব প্রাকৃতিক অবস্থান বর্ণনা কর। ইহার পণ্য উৎপাদন কিভাবে সাধিত হয়? নিম্নলিখিত দ্রব্যগুলির জলীয় দ্রবণেব সহিত ব্রোমিন যোগ কবিলে যে রাসায়নিক বিক্রিয়া হয় তাহা সমীকরণ সহকারে বর্ণনা কর —(ক) সালফার ডাই অক্সাইড (খ) সোডিয়াম সলফাইট (গ) পটাশিয়াম আয়োডাইড (ঘ) ফেরাস সলফেট এবং (ঙ) সোডিয়াম হাইড্রক্সাইড।

4 Bromine vapour and nitrogen peroxide are similar in appearance. Show experimentally the chemical difference existing between them. Write what you know about uses of bromine.

৪। ব্রোমিনের বাষ্প এবং নাইট্রোজেন পার অক্সাইড গ্যাস দেখিতে একই প্রকার। দুইটির ভিতর যে রাসায়নিক পার্থক্য বিদ্যমান তাহা পরীক্ষামূলকভাবে দেখাও। ব্রোমিনের ব্যবহার সম্বন্ধে যাহা জানি লিখ।

5 How is iodine manufactured from sea weeds? Describe the method of purification of iodine so manufactured. State the properties and uses of iodine.

৫। সামুদ্রিক উদ্ভিদ হইতে কিভাবে আয়োডিনের পণ্য উৎপাদন সাধিত হয়? উৎপন্ন আয়োডিনের বিশুদ্ধি সম্পাদন বর্ণনা কর। আয়োডিনের ধর্মাবলী এবং ব্যবহার উল্লেখ কর।

6 Describe with equation the method of manufacture of iodine from Chile saltpetre (caliche). What changes are noticed to take place when iodine is heated?

Describe with equation the reactions that occur when iodine is added to the aqueous solution of the following substances — (a) hydrogen sulphide (b) sulphur dioxide (c) sodium carbonate (d) sodium sulphite (e) sodium thiosulphate and (f) caustic soda.

৬। চিলি হইতে প্রাপ্ত সোডিয়াম নাইট্রেট (ক্যালিচি) হইতে আয়োডিনের পণ্য উৎপাদন সমীকরণ সহকায়ে বর্ণনা কর। আয়োডিনে উত্তাপ দিলে কি পরিবর্তন দেখা যায়?

নিম্নলিখিত দ্রব্যগুলির জলীয় দ্রবণে আয়োডিন যোগ করিলে যে বিক্রিয়া ঘটে তাহা সমীকরণ সহকায়ে বর্ণনা কর — (ক) হাইড্রোজেন সলফাইড (খ) সলফার ডাই অক্সাইড (গ) সোডিয়াম কার্বনেট (ঘ) সোডিয়াম সলফাইট (ঙ) সোডিয়াম থায়োসলফেট (চ) কষ্টিক সোডা।

7 What are halogen elements? Why are they so called? The halogen elements show a gradation in their physical and chemical properties with increase in their atomic weights — Discuss the statement in all details.

৭। হ্যালোজেন মৌল কাহাদের বলে? এই নামে তাহারা কেন অভিহিত হয়? হ্যালোজেন মৌলগুলির ভৌত এবং রাসায়নিক ধর্মগুলি তাহাদের পারমাণবিক ওজন বৃদ্ধির সহিত হ্রাসবৃদ্ধি দেখাইয়া থাকে—ইহা বিশদভাবে আলোচনা করিয়া দেখাও।

8 Describe the general method of preparation of the halogen elements chlorine bromine and iodine Can hydrobromic acid and hydriodic acid be prepared by the same method as hydrochloric acid ? If not why not ?

৮। ক্লোরিন ব্রোমিন ও আয়োডিন প্রস্তুতের সাধারণ পদ্ধতি বর্ণনা কর। যে পদ্ধতিতে হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড প্রস্তুত করা হয় সেই পদ্ধতি প্রয়োগে কি হাইড্রোব্রোমিক অ্যাসিড ও হাইড্রিডিক অ্যাসিড প্রস্তুত করা যায় ? যদি না যায় তবে তাহার কারণ উল্লেখ কর।

### সপ্তবিংশ অধ্যায়

## সলফার ও তাহার যৌগসমূহ

### (ক) সলফার (গন্ধক)

স কেত—S পাবমাণবিক ওজন—32 ; অণুর স কেত—S<sub>8</sub> (468 সেন্টিগ্রেড) S<sub>8</sub> (524 সেন্টিগ্রেড) S<sub>8</sub> (850 সেন্টিগ্রেড)।

ভারতে সলফার গন্ধক নামে অভিহিত হয় এবং এই দেশে ইহার ব্যবহার বহু প্রাচীনকাল হইতেই চলিয়া আসিতেছে। ইহার সঙ্কৃত নাম শূলভেরী এই নামের অর্থ হইতেছে তামার শঙ্ক। তামার সহিত গন্ধক মিশাইয়া উত্তপ্ত করিলে তামা নষ্ট হইয়া যায়। খ্রীষ্টজন্মের 800 বৎসর পূর্বে হিন্দুগণ সলফারের ব্যবহার অবগত ছিলেন এবং চিকিৎসাশাস্ত্রে ও বিভিন্ন শিল্পে ইহার ব্যবহার প্রচলিত ছিল।

অবস্থান সলফার বা গন্ধক মুক্তাবস্থায় প্রকৃতিতে পাওয়া যায়। আয়র্শ্ব-গিরি অঞ্চলে ইহা যথেষ্ট পরিমাণে দেখিতে পাওয়া যায়। সিসিলি ও জাপানে ইহা প্রচুর পরিমাণে পাওয়া যায় বটে কিন্তু যুক্তরাষ্ট্রে (U S A) ইহার সর্বাধিক বৃহৎ খনি অবস্থিত। পৃথিবীতে যতটা সলফার প্রয়োজন হয় তাহার 4/5 অংশ আমেরিকা হইতে আসে। ইহা ছাড়া ধাতব সলফাইড এবং সলফেটরূপেও প্রকৃতিতে যথেষ্ট সলফার বর্তমান আছে। প্রাকৃতিক সলফাইডগুলির সকেতসহ নাম নিম্নে উল্লেখ করা হইল —

(1) আয়রন পাইরাইট FeS<sub>2</sub> (Iron Pyrites)



(ii) কপার পাইরাইটস  $\text{Cu}_2\text{S}$   $\text{Fe}_2\text{S}_2$  (Copper Pyrites)

(iii) গেলেনা  $\text{PbS}$  (Galena)

(iv) জিঙ্ক ব্লেণ্ড  $\text{ZnS}$  (Zinc blende)

(v) লিনেবার  $\text{HgS}$  (Cinnabar হিন্দুল চিনা সিন্দুর)

(vi) রিয়েলগার,  $\text{As}_2\text{S}_3$  (Realgar)

(vii) অর্পিমেন্ট  $\text{As}_2\text{S}_3$  (Orpiment) ইত্যাদি।

প্রাকৃতিক সলফেটগুলির মধ্যে উল্লেখযোগ্য—

(i) জিপসাম  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  (Gypsum)

(ii) বেবাইটস হেভিস্পার,  $\text{BaSO}_4$  (Barytes or heavyspar)

(iii) কাইসেবাইট  $\text{MgSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$  (Kieserite) ইত্যাদি।

ইহা ছাড়াও অনেক জৈব পদার্থে সলফারের যৌগ দেখিতে পাওয়া যায়।  
পূর্নাজ বসুন সবিধাব তৈল মাধাব চুল ডিম প্রভৃতিতে সলফারের যৌগের  
অস্তিত্ব দেখা যায়। চুল আগুন পোড়াইলে গন্ধকপোড়া গন্ধ (সলফার ডাই  
অক্সাইডের গন্ধ) পাওয়া যায়।

ভারতে সলফারের খবই অভাব। সলফারের যৌগ আয়রন পাইরাইটস  
সামান্য পরিমাণে বিহারে উড়িয়ায় এবং আসামে পাওয়া যায়। কিন্তু মৌল  
অবস্থায় সলফার ভারতে একেবারেই পাওয়া যায় না। সেই কারণে ভারতকে  
বিদেশ হইতে সলফার আমদানি করিতে হয়।

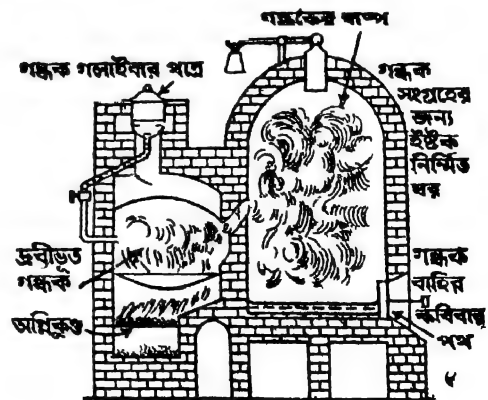
**সলফার উৎপাদন** প্রকৃতিতে মৌলবস্থায় সলফার পাওয়া যায় বলিয়া  
উহাকে উদ্ধাব যৌগ হইতে প্রস্তুত করাব প্রয়োজনই হয় না। কোন কোন  
দ্রব্যের পণ্যোৎপাদনের উপজাত হিসাবে সামান্য পরিমাণ গন্ধক নিষ্কাশিত করা

হোলও প্রাকৃতিক সলফার (যাহা অক্সিজেন পদার্থের সহিত মিশ্রিত অবস্থায় স গ্রহ  
করা হয়) বিস্তৃত করিয়া লইয়া বাজারে পাঠানো হয়। পূর্বেই উল্লিখিত হইয়াছে যে  
প্রধানত সিসিলি এবং আমেরিকা—এই দুই স্থান হইতেই সলফার স গ্রহ করা  
হয়। সিসিলিতে পাহাড়ের ধাপে ধাপে গন্ধক জমা হইয়া থাকে এবং সেখান  
হইতে টাঁচিয়া পাথরকুচি শালি কাদা জিপসাম প্রভৃতির সহিত মিশ্রিত অবস্থায়  
লইয়া আসা হয় এবং পরে নিম্নে লিখিত উপায়ে স শোধিত করিয়া বাজারে পাঠানো

য। আমেরিকায় ভূপৃষ্ঠের প্রায় ৪০০ ফুট নীচে গন্ধক পাওয়া যায় এবং সেখান  
হইতে নিম্নে বর্ণিত উপায়ে উহা স গ্রহ করা হয়।

(1) **সিসিলীয় সলফার নিকাশন-পদ্ধতি** সিসিলি দ্বীপেইতে স গৃহীত সলফারে মাত্র শতকরা 20—25 ভাগ বিশুদ্ধ সলফার থাকে। পাথরকুচি বালি, জিপ সাম প্রভৃতি অন্তর্ভুক্ত হইতে সলফার পৃথক কবিরার জন্য পাহাড়ের ঢালু গায়ে ইষ্টকনির্মিত গোলাকার ভাটির (calcaroni) মধ্যে অন্তর্ভুক্ত সলফার স্তূপীকৃত করিয়া রাখিয়া স্তূপের উপরের অংশে আগুন ধরাইয়া দেওয়া হয়। ইহাতে স্তূপের উপরকার সলফার আ শিকভাবে পুড়িয়া যায় আর তাহাব ফলে উৎপন্ন তাপে অবশিষ্ট সলফার গলিয়া যায় এবং ঢালু যোঝে দিয়া গড়াইয়া আসিয়া নীচে অবস্থিত একটি চাঁবাচায় জমা হয়। অন্তর্ভুক্তগুলির অধিকাংশ উপবেই থাকিয়া যায়। ইহাতে অনেকটাই সলফার (প্রায় 1/3 অংশ) অপচয় হয় কিন্তু ইটালীতে জ্বালানী কাঠ ও কয়লার খুবই অভাব বলিয়া ইহা ছাড়া অন্য উপায় সেখানে অবলম্বন করা যায় না। এই উপায়ে প্রাপ্ত সলফারে শতকরা 5—7 ভাগ মাটি এবং অন্যান্য অন্তর্ভুক্তি মিশ্রিত থাকে। পাতনক্রিয়া দ্বারা এই সলফারকে বিশুদ্ধ করা প্রয়োজন কিন্তু ইটালীতে জ্বালানী কাঠ ও কয়লার অভাবে সেখানে ইহার শোধন সম্ভব হয় না ফ্রান্সের দক্ষিণে অবস্থিত মার্সাই (Marseilles) বন্দরে এই অন্তর্ভুক্ত সলফার চালান দেওয়া হয়। সেখানে ইহা নিম্নলিখিত উপায়ে পাতনক্রিয়া দ্বারা শোধন করা হয় —

অন্তর্ভুক্ত গন্ধককে উপযুক্ত বড় লোহার পাত্রে গলানো হয়। গলিত সলফার অত পর উপরের লোহাব পাত্রে স যুক্ত নল দিয়া গড়াইয়া একটি লোহার বকযন্ত্রে যায়। সেখানে চুল্লীর আগুন উত্থাকে উত্তপ্ত করা হয়। 444 সেন্টিগ্রেড উষ্ণতায় সলফার ফুটিতে থাকে এবং উৎপন্ন সলফারের বাষ্প একটি বৃহৎ ইষ্টকনির্মিত প্রকোষ্ঠে প্রবেশ করে। সেখানে ঠাণ্ডা দেওয়ালের গায়ে উহা হলুদ শুভ্র আকারে প্রথমে জমা হয়। ইহাকে গন্ধক রজ (flowers of sulphur)

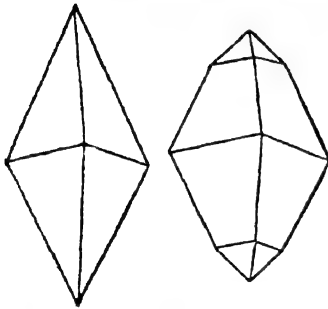


চিত্র নং 54

বলে। পরে প্রকোষ্ঠের উষ্ণতা বাড়িয়া গিয়া 113 সেন্টিগ্রেডে পৌঁছিলে হলুদ

শুড়া গলিয়া যায় এবং তরল সলফার প্রকোষ্ঠের মেঝেতে জমা হয়। গলিত গন্ধককে একটি নির্গম নল দিয়া বাহির করিয়া লইয়া গোল ছাঁচে ঢালিয়া কঠিন করা হয়। ইহাকে বাতি গন্ধক (Roll sulphur) বলে। বাতি গন্ধককে শুড়া করিয়া কার্বন ডাই সলফাইডে ( $CS_2$ ) দ্রবীভূত করিয়া দ্রবকে ঠাকিয়া পরিস্ফুটকে বাতাসে রাখিয়া কার্বন ডাই সলফাইড বাষ্পীভূত করিয়া তাড়াইলে অতি বিকৃত রম্বিক (Rhombic) সলফার পাওয়া যায়।

## (২) আমেরিকান পদ্ধতি



গন্ধক বস্মিক

চিত্র নং ৫৫

(Coaxial tubes) একটি গর্ত সলফারের স্তর পর্যন্ত খুঁড়িয়া তাহার ভিতর দিয়া খনিতে প্রবেশ করাইয়া দেওয়া হয়। বহিঃ নলটি দিয়া অতিতপ্ত জল ১৮০ সেন্টিগ্রেডে এবং পাম্পের সাহায্যে ১০—১৮ বায়ুচাপে (atmospheres) প্রবেশ করাইয়া সলফারের স্তরের সংস্পর্শে আনা হয়। অতিতপ্ত জল সলফারকে গলাইয়া দেয়। সকলের মধ্যস্থলে যে নলটি থাকে তাহার ভিতর দিয়া অত্যন্ত উচ্চ চাপে (৩৫ বায়ু চাপ) বায়ু পাম্পের সাহায্যে নীচে পাঠানো

লুইসিয়ানাতে (Louisiana) মুক্ত সলফারের স্তর প্রায় ৪০০ ফিট গভীরতার খনিতে চূনাপাথরের স্তরের নীচে দেখিতে পাওয়া যায়। এই গন্ধক মাটি খুঁড়িয়া তুলিয়া আনা সুসাধ্য কারণ খননকালে বালিব স্তর ধসিয়া যায়। তাই ফ্রাশ (Frash) নামক একজন ইঞ্জিনিয়ারের আবিষ্কৃত এক অভিনব পদ্ধতিদ্বারা এই সলফার উপরে তুলিয়া আনা হয়।

বিভিন্ন ব্যাসের তিনটি এককেন্দ্রীয় নল



গন্ধক সংগ্রহের ফ্রাশ পদ্ধতি

চিত্র নং ৫৬

হয়। এই উচ্চ চাপের বায়ু গলিত সলফারের ভিতর দিয়া বুদবুদের আকারে পরিচালিত হয় এবং সলফারকে ফেনায়িত করে। মধ্যবর্তী তৃতীয় নলটি দিয়া এই সলফার ফেনা উপরে উঠিয়া আসে। বড় বড় কাঠের পিপায় গলিত সলফারকে ধরিয়া শীতল করা হয় এবং জল উপিয়া যাওয়া পর কঠিন সলফার পাওয়া যায়। এই সলফারের বিশুদ্ধতা শতকরা প্রায় ৯৬.৫ ভাগ। কাজেই এই একই পদ্ধতিতে সলফারের নিষ্কাশন ও বিশুদ্ধকরণ উভয় প্রক্রিয়াই নিম্পন্ন হয়।

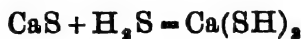
### (৩) উপজাত সলফার

(ক) লে ব্লাঙ্ক (Le blanc) পদ্ধতিতে সোডিয়াম কার্বনেটের পণ্য উৎপাদন সময়ে লৌহনিমিত চৌবাচ্চায় জলের সাহায্যে সোডিয়াম কার্বনেট দ্রবীভূত করিয়া অপসারিত কবিরার পর ক্ষারীয় অবশেষ (alkali waste) হিসাবে ক্যালসিয়াম সলফাইড (CaS) অজ্ঞাত পদার্থরূপে পড়িয়া থাকে। যদিও পরীক্ষাগারে প্রস্তুত ক্যালসিয়াম সলফাইড জলে দ্রবণীয় কিন্তু এখানে চুল্লীর উত্তাপে উৎপন্ন বলিয়া ইহা জলে দ্রবীভূত হয় না।

এই ক্যালসিয়াম সলফাইড লৌহের পাত্রে লইয়া জলের সহিত মেশানো হয় এবং এই মিশ্রণের ভিতর দিয়া চূনের ভাটি হইতে উৎপন্ন কার্বন ডাই অক্সাইড গ্যাস অতিক্রম করানো হয়। তাহাতে সলফিউরেটেড হাইড্রোজেন (H<sub>2</sub>S) গ্যাস উৎপন্ন হয়।



এই উৎপন্ন H<sub>2</sub>S এর সহিত অত্যধিক পরিমাণ নাইট্রোজেন (চূনের ভাটিতে যে বায়ুপ্রবাহ থাকে তাহা হইতে উৎপন্ন) মিশ্রিত থাকে। সেই কারণে এই উৎপন্ন H<sub>2</sub>S অল্প একটি পাত্রে অবস্থিত জল এবং উক্ত ক্যালসিয়াম সলফাইডের মিশ্রণের ভিতর দিয়া অতিক্রম করানো হয়। তাহাতে ক্যালসিয়াম হাইড্রো-সলফাইড উৎপন্ন হয়।



পরে এই ক্যালসিয়াম হাইড্রো সলফাইডের ভিতর দিয়া কার্বন ডাই অক্সাইড গ্যাস অতিক্রম করাইলে যে গ্যাস উৎপন্ন হয় তাহাতে পূর্বের H<sub>2</sub>S এর মিশ্রণ H<sub>2</sub>S থাকে।

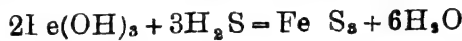


এইবারে উৎপন্ন  $H_2S$  কে স্বল্প বায়ুতে পোড়াইলে সলফার পাওয়া যায়।



যেহেতু লে ব্ল্যাক পদ্ধতিতে সোডিয়াম কার্বনেটের পণ্য উৎপাদন প্রায় অপ্রচলিত হইয়া আসিয়াছে সেই কারণে বর্তমানে এই পদ্ধতিতে সলফার উপজাত হিসাবে উৎপাদনও অপ্রচলিত।

(খ) কয়লার অন্তর্ধূম পাতনেব (Destructive distillation) দ্বারা উৎপন্ন কোল গ্যাস কার্বন ডাই সলফাইডেব বাষ্প এব হাইড্রোজেন সলফাইড গ্যাস মিশিয়া থাকে। স্বল্প নিকেলের গুড়ার উপর দিয়া কোল গ্যাস অতিক্রম করাইলে কোল গ্যাসের হাইড্রোজেনেব সহিত বিক্রিয়াব ফলে কার্বন ডাই সলফাইড হইতে হাইড্রোজেন সলফাইড উৎপন্ন হয়। তখন আর্দ্র ফেরিক অক্সাইডেব উপর দিবা কোল গ্যাস পরিচালিত কবিলে উক্ত আর্দ্র ফেরিক অক্সাইড হাইড্রোজেন সলফাইড শোষণ করিয়া ফেরিক সলফাইডে পরিবর্তিত হয়।



যখন আর্দ্র ফেরিক অক্সাইডের  $H_2S$ কে শোষণ করিবার ক্ষমতা চলিয়া যায় তখন যে ফেরিক সলফাইড উৎপন্ন হইয়াছে তাহাকে বাতাসের স স্পর্শে রাখিয়া দিলে উহা পুনরায় আর্দ্র ফেরিক অক্সাইডে পরিণত হয় এব সলফার উৎপাদিত হইয়া উহার সহিত মিশিয়া থাকে।



এই উৎপন্ন আর্দ্র ফেরিক অক্সাইড পুনরায় ব্যবহার করা হয়। এইভাবে যতক্ষণ পর্যন্ত না আর্দ্র ফেরিক অক্সাইডের  $H_2S$ কে শোষণ করিবার ক্ষমতা একেবারে নিশেষিত হইয়া যায় ততক্ষণ তাহাকে ব্যবহার করা হয়। নিশেষিত আর্দ্র ফেরিক অক্সাইডে (Spent oxide of iron) শতকরা 50 ভাগ সলফার  $Fe_2S_3$  হিসাবে থাকে। ইহাকে বাতাসেব স স্পর্শে রাখিয়া মোল সলফার উৎপাদন করা হয়। কোন কোন সময় ইহা হইতে সলফার স গ্রহ করা হয়, আবার অন্ত সময় ঠা কৈ বায়ুতে পোড়াইয়া সলফার ডাই অক্সাইড উৎপাদন করা হয় এব সেই সলফার ডাই অক্সাইড হইতে সলফিউরিক অ্যাসিডের পণ্য উৎপাদন সাধিত হয়।

(গ) কপার জিংক লেড প্রভৃতি ধাতু তাহাদের সলফাইডরূপে প্রকৃতিতে পাওয়া যায়। এই সকল খনিজ সলফাইড হইতে ধাতু নিষ্কাশনের সময় অনেক

সলফার ডাই অক্সাইড উপজাত হিসাবে পাওয়া যায়। এই সলফার ডাই অক্সাইড গ্যাস খেততপ্ত কোকের (Coke) উপর দিয়া অতিক্রম করাইলে সলফারের বাষ্প উৎপন্ন হইয়া কার্বন ডাই অক্সাইডের সহিত মিশিয়া থাকে। উক্ত বাষ্পকে শীতল করিলেই কঠিন সলফার পাওয়া যায়।



### সলফারের রূপভেদ —

কার্বন এবং ফসফোরাসের স্থায় সলফারও একটি বহুরূপী মৌল। সলফারের দুইটি স্ফটিকাকার এবং দুইটি অনিয়তাকার রূপ আছে। স্ফটিকাকার রূপ দুইটি (i) রম্বিক (Rhombic) এবং (ii) মনোক্লিনিক (Monoclinic) বা প্রিস্ম্যাটিক (Prismatic)। অনিয়তাকার রূপ দুইটি (iii) প্লাষ্টিক (Plastic) এবং (iv) দুগ্ধখেত সলফার (milk of sulphur)। ইহা ছাড়াও কলয়েডাল সলফারকে (Colloidal sulphur) সলফারের একটি অনিয়তাকার রূপ হিসাবে ধরা হয়। এই সকল বিভিন্নরূপী সলফারের রাসায়নিক ধর্মের পার্থক্য বিশেষ নাই তবে উহাদের অবস্থাগত ধর্মের ভিতর যথেষ্ট বিভেদ দেখা যায়। (i) রম্বিক সলফার প্রস্তুত করার প্রণালী পূর্বেই বর্ণিত হইয়াছে এবং সেখানে ছবিতে ইহার রূপও প্রদর্শিত হইয়াছে (৩২ পৃ দেখ)। ইহার স্ফটিকে আটটি পৃষ্ঠতল আছে। সেইজন্ত ইহাকে অষ্টতল (Octahedral) সলফারও বলা হয়। ইহার আপেক্ষিক গুরুত্ব ২.০৬। ইহাকে খুব তাড়াতাড়ি উত্তপ্ত করিলে ইহা ১১২.৮ সেন্টিগ্রেড উষ্ণতায় গলিয়া যায়। কিন্তু ধীরে ধীরে উত্তপ্ত করিলে ইহা ৯৬.৫ সেন্টিগ্রেড তাপমাত্রায় মনোক্লিনিক সলফারে পরিণত হয় এবং তখন ১১৯.৫ সেন্টিগ্রেড উষ্ণতায় গলিয়া থাকে। ইহা কার্বন ডাই সলফাইডে দ্রবীভূত হয়। (ii) মনোক্লিনিক বা প্রিস্ম্যাটিক সলফার প্রস্তুত করিতে হইলে রম্বিক সলফার গুড়া করিয়া একটি পোর্সিলেনের মুচিতে ভর্তি করিয়া লওয়া হয় এবং ধীরে ধীরে উত্তাপ প্রয়োগ করিয়া ইহাকে একটি হলুদবর্ণের তরল পদার্থে পরিণত করা হয়। এই গলিত সলফারকে ধীরে ধীরে শীতল করিলে উহার উপর একটি সর জমা হয়। এই অবস্থায় একটি স্ফটিক দিয়া সরের উপর ছিট্র করিয়া নিম্নস্থ অবশিষ্ট তরল সলফার ঢালিয়া বাহির করিয়া লওয়া হয়। তখন দেখা যায় যে মুচির গায়ে স্ফটিকের মত দীর্ঘাকৃতি স্বচ্ছ স্ফটিকাকার সলফার লাগিয়া আছে। ইহাই মনোক্লিনিক সলফার। ইহার আপেক্ষিক গুরুত্ব ১.৯৮। ইহা ১১৯.৫° উষ্ণতায় গলিয়া যায়। মনোক্লিনিক সলফারও কার্বন ডাই সল-

কাইডে দ্রবীভূত হয়। ৭৫.৫ সেন্টিগ্রেড উষ্ণতাব নিম্ন উষ্ণতায় ইহা রশ্মিক সলফারে রূপান্তরিত হয়। এইজন্ত ৭৫.৫ হইতে ১১৭.৫ উষ্ণতা পর্যন্ত মনোক্লিনিক সলফারের অস্তিত্ব। ৭৫.৫ সেন্টিগ্রেড উষ্ণতাকে সলফারের পরিবর্তন (Transition temperature) বলে কারণ রশ্মিক সলফারকে ৭৫.৫ সেন্টিগ্রেড উষ্ণতার উপর উত্তপ্ত করিলে উহা মনোক্লিনিক সলফারে পরিবর্তিত হয় এবং মনোক্লিনিক সলফারকে ৭৫.৫ সেন্টিগ্রেড উষ্ণতার নীচে ঠাণ্ডা করিলেই উহা রশ্মিক সলফারে পরিণত হয়।

৭৫.৫

S  
rhombic

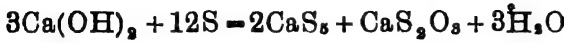
$\rightleftharpoons$

S  
monoclinic

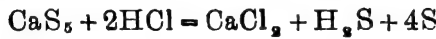
(ii) প্রাস্টিক সলফার প্রস্তুত করিতে হইলে একটি শক্ত কাচনলে (Hard glass test tube) কিছু সলফাবেব শুড়া লইয়া উহাকে উত্তপ্ত করা হয়। প্রথমে ১১৭.৫ সেন্টিগ্রেড উষ্ণতায় উহা গলিয়া ঈদং হবিদ্রাবর্ণের তরলে পরিণত হয়। আরও উষ্ণতা বৃদ্ধি কবিলে উহার র গাঢ় হইতে থাকে। ক্রমশ ১৪০ সেন্টিগ্রেড উষ্ণতায় তরলভাব কাটিয়া গিয়া গাঢ় আসে এবং ২৩০ সেন্টিগ্রেড তাপমাত্রায় গাঢ় আরও বাড়িয়া যায় এবং পদার্থটি প্রায় কৃষ্ণবর্ণ ধারণ কবে। গাঢ় বৃদ্ধির ফলে এই অবস্থায় কাচনলটি উপুড় করিয়া দিলেও সলফার সহজে গড়াইয়া পড়ে না। আরও উত্তপ্ত করিলে গাঢ় কমিয়া যায় এবং র একই থাকিলেও সলফার তরল অবস্থায় আসে। পরে ৪৪৪ সেন্টিগ্রেড উষ্ণতায় তরল সলফাব ফুটিতে আরম্ভ করে এবং লাল ব এর সালফার বাষ্প উৎপন্ন হয়। শক্ত কাচনলে অবস্থিত সলফারকে প্রায় ফুটনাক (৪৪৪ সেন্টিগ্রেড) পর্যন্ত উত্তপ্ত কবিয়া ফুন্ত তরল সলফারকে একটি বীকারে ঠাণ্ডা জল লইয়া তাহার তিতর স্ততার আকারে ঢালিয়া দেওয়া হয়। তখন রবারেব মত নমনীয় প্রাস্টিক সলফার পাওয়া যায়। সলফারের এই রূপ নরম এবং রবারের মত স্থিতিস্থাপক। ইহার র ছাই এর মত। ইহাকে টানিয়া লম্বা স্ততার আকারে পরিবর্তিত করা যায় বা আঙ্গুলের সাহায্যে যে কোন ভাবে বীকানো যায়। ইহাব আপেক্ষিক গুরুত্ব ১.৭৫। ইহা জলে এবং কার্বন ডাই সলফাইডে অদ্রব্য। রাখিয়া দিলে সাধারণ উষ্ণতায় ইহা ধীরে ধীরে শক্ত হইয়া যায় এবং ক্রমশ রশ্মিক সলফারে পরিবর্তিত হয়।

**জটিলতা** তরল সলফার ১ সলফার এবং ১৬ সলফার নামক সলফারের দুইটি বিভিন্ন রূপের মিশ্রণ। সলফারের এই দুইটি রূপ পূর্বে বর্ণিত রূপগুলি হইতে পৃথক।

(iv) দুন্ধশ্বেত সলফার প্রস্তুত করিতে নিম্নলিখিত উপায় অবলম্বিত হয়। সলফারের শু ডাকে চুনগোলার ( milk of lime ) সহিত ফোটান হয়। তাহাতে ক্যালসিয়াম পেন্টাসলফাইড ( Calcium pentasulphide  $\text{CaS}_5$  ) এবং ক্যালসিয়াম থায়োসলফেট উৎপন্ন হয়।



মিশ্রণটি থিতাইতে দেওয়া হয়। থিতাইলে উপর হইতে পরিষ্কার লালচে বাদামী র এর দ্রবণ ঢালিয়া দেওয়া হয়। পরে উক্ত দ্রবণে পাতলা হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড যোগ করিলে স্বল্প দুন্ধশ্বেত সলফার অধ ক্ষিপ্ত হয়।



ইহার বর্ণ দুন্ধধবল। ইহাব আপেক্ষিক গুরুত্ব 1.82। ই। জলে অদ্রব্য কিস্তি কার্বন ডাই সলফাইডে দ্রব্য। উত্তপ্ত করিলে ইহা স্ফুদবর্ণের বহিষ্কৃত পবিত্র হয়। ইহা ঔষধরূপে ব্যবহৃত হয়।

আব এক প্রকার সাদা সলফার গন্ধক রজ্জকে ( flowers of sulphur ) কার্বন ডাই সলফাইডে দ্রবীভূত কবির সময় যেটুকু অশ অদ্রব্য থাকে তাহাই।

(v) কলয়েডাল ( Colloidal ) সলফার পাইতে হইলে বহিষ্কৃত সলফারকে অ্যালকোহলে দ্রবীভূত করিয়া সেই দ্রবণকে অতিরিক্ত ঠাণ্ডা জলে ঢালিয়া দেওয়া হয়। জলের দুধে মত ঘোলাটে সাদা ব হয় এবং তাহাতে সলফারের অতি স্বল্প শু ডা ভাসমান অবস্থায় থাকে। এই অবস্থায় সলফারের কণাগুলি এত ছোট যে ফিলটার কাগজের সাহায্যে উহাদের ছাঁকিয়া লওয়া যায় না। ঠাণ্ডা জলে সলফার ডাই অক্সাইড অতিক্রম করাইয়া সলফার ডাই অক্সাইডের সপ্তক দ্রবণ প্রস্তুত করিয়া তাহাব ভিতর দিয়া হাইড্রোজেন সলফাইড অতিক্রম করাইলে কলয়েডাল সলফার পাওয়া যায়।  $\text{SO} + 2\text{H}_2\text{S} = 2\text{H}_2\text{O} + 3\text{S}$

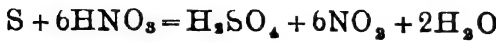
আবার সোডিয়াম থায়োসলফেটের পাতলা দ্রবণে পাতলা সলফিউরিক অ্যাসিড যোগ করিয়া দ্রবণকে আন্থিক অবস্থায় আনিলেও কলয়েডাল সলফার উৎপন্ন হয়।



সলফারের যত প্রকার রূপ আছে তাহাতে একই মৌল সলফার বিস্তারিত থাকে এবং অল্প কিছু তাহার সহিত মিশিয়া থাকে না। ইহা প্রমাণ করিতে হইলে নির্দিষ্ট পরিমাণ ( যেমন একগ্রাম পরিমাণ ) যে কোন রূপের সলফার ঘন



মাত্রিক অ্যাসিডের সহিত উত্তপ্ত করা হয়। সমস্ত সলফার যখন অক্সিজিত হয় তখন দ্রবণ সলফিউরিক অ্যাসিড উৎপন্ন হয়।



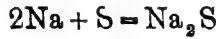
এই উৎপন্ন সলফিউরিক অ্যাসিডে যথেষ্ট পরিমাণ বেরিয়াম ক্লোরাইডের দ্রবণ যোগ করিয়া সামান্য গরম করা হয়। তাহা তে বেরিয়াম সলফেট ( $BaSO_4$ ) অধঃপতিত হয়। এই বেরিয়াম সলফেটকে পরিশ্রাবণ দ্বারা পৃথক করিয়া জল দ্বারা সম্পূর্ণরূপে ধৌত করা হয়। পরে ঠীম প্রকোষ্ঠে শুষ্ক করিয়া পূর্বে ওজন করা পোসিলেন মুচিতে লইয়া পোড়াইয়া উত্তপ্ত করা হয়। এব যখন ওজন স্থিরাঙ্কে আসে তখন মুচিব ওজন ও ফিলটার কাগজের ছাইএর ওজন বাদ দিয়া বেরিয়াম সলফেটের ওজন স্থির করা হয়। দেখিতে পাওয়া যায় যে সলফারের প্রত্যেক রূপেব 1 গ্রাম লইয়া পরীক্ষা কবিলে প্রত্যেক বারেই 7.28 গ্রাম বেরিয়াম সলফেট পাওয়া যায়।

**সলফারের সাধাবর্ণ ধর্ম** সাধাবর্ণ C যে সলফার বাজারে পাওয়া যায় তাহার বর্ণ ফিকে হলদে। তাহা ভঙ্গুর এবং ক্ষটিকাকার কঠিন পদার্থ। ইহা অস্বচ্ছ দেখায় কিন্তু বিদ্যুৎ রাসিক সলফার স্বচ্ছ। সলফার জলে অদ্রাব্য কিন্তু ইহা কার্বন ডাই সলফাইড, অ্যালকোহল, বেনজিন ও তার্পিন তৈলে দ্রাব্য। ইহা তাপ ও বিদ্যুৎ পরিবাহী নয়। একটুকরা সলফার হাতের মুঠার ভিতর ধরিয়া রাখলে তাহের তাপে তাহা গুড়া হইয়া যায়। ইহার কারণ এই যে হাতের তাপে সলফারের টুকরার বিভিন্ন দিকে বিভিন্ন পরিমাণে প্রসার দেখা দেয় এবং তাহার ফলে টুকরাটি ভাঙিয়া যায়। উত্তাপ প্রয়োগ করিলে 11০ সেন্টিগ্রেড উষ্ণতায় সলফার গলিয়া যায় এবং ফিকে হলুদ বর্ণের পরিষ্কার তরলে পরিণত হয়। তাপমাত্রা বাড়াইলে তবল সলফার ঘন হয় এবং তাহার বর্ণ গাঢ় হয়। 2০0 সেন্টিগ্রেড উষ্ণতায় ইহা প্রায় কঠিন ও কালো রং হয় এবং তাহারও পর উষ্ণতা বাড়াইলে ইহা প্রবাহমান (mobile) তরলে পরিণত হয় এবং 444 সেন্টিগ্রেড উষ্ণতায় তরলটি ফুটিতে আরম্ভ করে এবং লালচে-বাদামী রং এর বাষ্প উদ্ভূত হয়। বাষ্পকে ধীরে ধীরে শীতল করিলে উল্লিখিত পরিবর্তনগুলি বিপরীত দিকে ঘটয়া থাকে।

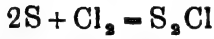
সলফার বায়ু বা অক্সিজেনের সংস্পর্শে উত্তপ্ত করিলে নীলশিখার সহিত জ্বলিয়া উঠে এবং সলফার ডাই অক্সাইড উৎপাদন করে। তখন গন্ধক পোড়ার

গন্ধ পাওয়া যায়।  $S + O_2 = SO_2$ । অবিক্রা শ ধাতুর সহিত (যেমন কপার সিলভার মার্কারী জিঙ্ক) সলফার উত্তপ্ত অবস্থায় সংযুক্ত হইয়া ধাতব সলফাইড উৎপন্ন করে।  $Cu + S = CuS$   $Zn + S = ZnS$   $Fe + S = FeS$

সলফারের বাষ্পের ভিতর অতিশয় সরু তামার পাত নামাইয়া দিলে তামার পাত প্রদীপ্ত শিখার সহিত অলিয়া উঠে এবং কপার সলফাইড গঠন করে। সোডিয়াম বা পটাসিয়াম ধাতুর সহিত সলফার মিশাইয়া উত্তাপ প্রয়োগ করিলে আগুন অলিয়া উঠে এবং সোডিয়াম বা পটাসিয়াম সলফাইড উৎপন্ন হয়।



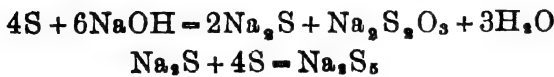
তাপের সাহায্যে ইহা অধাতব মৌল যথা হাইড্রোজেন কার্বন ছালোজেন মৌল ফসফোরাস প্রভৃতির সহিত সাক্ষাৎভাবে যুক্ত হয়। গলিত সলফারের ভিতর দিয়া হাইড্রোজেন গ্যাস অতিক্রম করাইলে হাইড্রোজেন সলফাইডের গন্ধ পাওয়া যায়।  $H_2 + S = H_2S$   $C + 2S = CS_2$  (লোহিত তাপে)



পাতলা হাইড্রাসিড বা অক্সি অ্যাসিড দ্বারা সলফার আক্রান্ত হয় না। কিন্তু গাঢ় অক্সি অ্যাসিড সহযোগে সলফার উত্তপ্ত করিলে উহা জারিত হইয়া থাকে। গাঢ় সলফিউরিক অ্যাসিডসহ উত্তপ্ত করিলে সলফার জারিত হইয়া সলফার ডাই অক্সাইড দেয়।  $S + 2H_2SO_4 = 3SO_2 + 2H_2O$

গাঢ় নাইট্রিক অ্যাসিড সহযোগে ফুটাইলে সলফার হইতে সলফিউরিক অ্যাসিড উৎপন্ন হয়।  $S + 6HNO_3 = H_2SO_4 + 6NO_2 + 2H_2O$

সলফারের সহিত ক্লোরকেব দ্রবণ উত্তপ্ত করিলে সলফার দ্রবীভূত হইয়া লালচে হলুদবর্ণের দ্রবণ উৎপন্ন করে এবং সেই দ্রবণে সলফাইড এবং থায়োসলফেট থাকে। সলফারের পরিমাণ বেশী থাকিলে তাহান্নসলফাইডের সহিত বিক্রিয়া করিয়া পলিসলফাইড (polysulphide) উৎপন্ন করে।



সলফারের ব্যবহার সলফার পোড়াইয়া সলফার ডাই অক্সাইড উৎপাদন করা হয়। এই সলফার ডাই অক্সাইড ক্যালসিয়াম বাই সলফাইট  $[Ca(HSO_3)_2]$  বাহা কাগজের মণ্ড তৈয়ারীতে প্রচুর ব্যবহৃত হয় এবং সলফিউরিক অ্যাসিড উৎপাদনে ব্যবহৃত হয়। কিছুটা উৎপাদিত সলফার

ডাই অক্সাইড বিরঞ্জক হিসাবে এবং রোগীর ঘরের বীজাণুনাশকরূপে ব্যবহৃত হয়। থাঙ্ক। কার্বন ডাই সলফাইড বারুদ দিয়াশলাই বাজি এবং প্রস্তুতে সলফার ব্যবহৃত হয়। সলফার হইতে থায়োসলফেট (ফটোগ্রাফীর জন্ত) এবং সলফার মনোক্লোরাইড ( $S Cl_2$  দ্রাবক) প্রস্তুত করা হয়। শতক্ষেত্রে কীটনাশক হিসাবেও সলফার ব্যবহার দেখা যায়। বিভিন্ন ঔষধ প্রস্তুতের জন্ত এবং মলমে সলফার ব্যবহৃত হয়। সলফার যোগ করিয়া রবারকে শক্ত (vulcanise) করিতে বেশ কিছু সলফার ব্যবহার করা হয়।

### Questions

1 How does sulphur occur in nature ? Name some of the natural compounds of sulphur and give their formulae Describe briefly the method of preparing roll sulphur from natural sulphur

১। সলফার প্রকৃতিতে কিভাবে পাওয়া যায় ? সলফারের কয়েকটি প্রাকৃতিক যৌগের নাম কর এবং তাহাদের সংকেত লিখ। সংক্ষেপে প্রাকৃতিক সলফার হইতে বাতি গন্ধক প্রস্তুতের প্রণালী বর্ণনা কর।

2 Describe Frasch process for getting sulphur from under ground sources Discuss with equations the principal properties of sulphur State what you know about uses of sulphur

২। ফ্রাশ পদ্ধতিতে ভূমি হইতে সলফারের পণ্য উৎপাদন বর্ণনা কর। সলফারের প্রধান ধর্মগুলি সংক্ষেপে সমীকরণ সহকারে আলোচনা কর। সলফারের ব্যবহার সম্বন্ধে যাহা জান লিখ।

3 What is by product sulphur ? Write what you know about the sources and methods of production of by product sulphur

৩। উপজাত সলফার কাকে বলে ? উপজাত সলফার কোন্ কোন্ দ্রব্যের পণ্য-উৎপাদন হইতে পাওয়া যায় সে সম্বন্ধে জানা আছে তাহা লিখ।

4 Describe the allotropic modifications of sulphur How can (a) rhombic sulphur (b) monoclinic sulphur (c) plastic sulphur (d) flowers of sulphur and (e) milk of sulphur prepared ?

৪। সলফারের রূপভেদের বর্ণনা দাও। কিভাবে (ক) রম্বিক সলফার (খ) মনোক্লিনিক সলফার (গ) প্লাস্টিক সলফার (ঘ) ফ্লাওয়ারস্ অফ সলফার এবং (ঙ) মিল্ক অফ সলফার প্রস্তুত করা হয় ?

5 Under what conditions does sulphur react with (a) caustic soda, (b) iron (c) coke (d) chlorine and (e) concentrated sulphuric

acid? Name the products obtained in each case and explain the reactions with equations

৫। কোন অবস্থায় সলফারের (ক) কঠিন সোডা (খ) আয়রণ (গ) কোক (ঘ) ক্লোরিন এবং (ঙ) ঘন সলফিউরিক অ্যাসিডের সহিত বিক্রিয়া সংঘটিত হয়? প্রত্যেক ক্ষেত্রে উৎপন্ন দ্রব্যগুলির নাম বল এবং সমীকরণ দ্বারা বিক্রিয়াট বুঝাইয়া দাও।

## অষ্টাবিংশ অধ্যায়

### সলফার ডাই অক্সাইড

স কেত  $SO_2$       ●      আণবিক ওজন 64      বাষ্পীয় ঘনত্ব 32

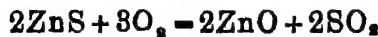
অবস্থান      আশ্ব্যেগিরি হইতে বহিরাগত গ্যাসে সলফার ডাই অক্সাইড থাকে। সহরেব বায়ুতে সলফার ডাই অক্সাইডের অস্তিত্ব দেখা যায় কারণ সেখান কয়লা জ্বালানি হিসাবে পোড়ানো হয় এব কয়লায় সলফার থাকে তাই কার্বন ডাই অক্সাইডের সহিত সলফার ডাই অক্সাইডও উৎপন্ন হইয়া বায়ুর সহিত মিশিয়া যায়।

প্রস্তুতি      (১) সলফারকে বায়ুতে বা অক্সিজেনে পোড়াইলে উহা জারিত হইয়া সলফার ডাই অক্সাইড উৎপাদন করে।  $S + O_2 = SO_2$

এইখানে স শ্লেষণ পদ্ধতিতে (synthesis) সলফার ডাই অক্সাইড উৎপাদিত হইতেছে।

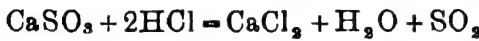
(২) বায়ুতে বিভিন্ন ধাতব সলফাইড (যাহাব অধিকা শই আকরিক হিসাবে পাওয়া যায়) পোড়াইয়াও সলফার ডাই অক্সাইড প্রস্তুত করা হয়। আয়রণ পাইরাইটস্ একটি ধাতব সলফাইড আকরিক এব তাহা বায়ুতে পোড়াইয়া সলফার ডাই অক্সাইড প্রস্তুত করা হয়।  $4FeS_2 + 11O_2 = 2Fe_2O_3 + 8SO_2$

জিঙ্ক ব্লেন্ড জিঙ্কের সলফাইড আকরিক এব ধাতব জিঙ্ক নিকশনের সময় জিঙ্ক ব্লেন্ড বায়ুতে পোড়াইলে সলফার ডাই অক্সাইড উৎপন্ন হয়।

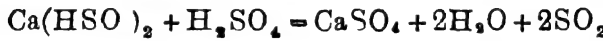


(১) ধাতব সলফাইট বা বাই সলফাইট হইতে সংভেই সলফার ডাই অক্সাইড

প্রস্তুত করা যায়। একটি ফ্লাস্কের মুখ কৰ্ক লাগানো হয় এবং তাহার ভিতর দিয়া একটি দীর্ঘনুল ফানেল এবং একটি নির্গমনল সমকোণে বাঁকাইয়া লাগানো হয়। এই নির্গমনলের সহিত একটি সমকোণে বাঁকানো লম্বা কাচনল ববারেব সাহায্যে লাগানো হয়। ফ্লাস্কে ভিতর যে কোন ধাতুর সলফাইট বা বাই সলফাইট রাখিয়া দীর্ঘনল ফানেলের সাহায্যে তাহার উপর পাতলা হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড বা পাতলা সলফিউরিক অ্যাসিড যোগ করা হয়। অ্যাসিডের সহিত সম্পর্শে আসা মাত্র সাধারণ উষ্ণতায় সলফার ডাই অক্সাইড গ্যাস বাহির হইয়া আসে। গ্যাস জ্বারে বায়ু উপর অপভ্র শ দ্বারা এই গ্যাস সংগ্রহ করা যায়।

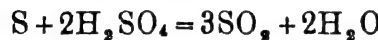


ক্যালসিয়াম সলফাইট



ক্যালসিয়াম বাই সলফ ইট

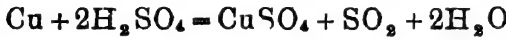
(4) পরীক্ষাগার প্রণালী সলফিউরিক অ্যাসিড হইতে ঘন সলফিউরিক অ্যাসিডের সহিত কপার মাকারী সিলভার কার্বন অথবা সলফার উত্তপ্ত করিলে সলফিউরিক অ্যাসিডের বিজ্রাবণ সংঘটিত হওয়াব ফলে সলফার ডাই অক্সাইড উৎপন্ন হয়। প্রিষ্টলী (Priestley) প্রথমে এই গ্যাস মার্কারীর সহিত ঘন সলফিউরিক অ্যাসিড উত্তপ্ত করিয়া প্রাপ্ত হন।



কিন্তু পরীক্ষাগারে সাধারণত কপারের ছিবড়ার (Copper turnings) সহিত ঘন সলফিউরিক অ্যাসিডকে উত্তপ্ত করিয়া সলফার ডাই অক্সাইড প্রস্তুত করা হয়।

একটি গোলতল (round bottomed) ফ্লাস্কের মুখ কৰ্ক লাগাইয়া কৰ্কের মধ্য দিয়া একটি দীর্ঘনল ফানেল এবং দুই বাব সমকোণে বাঁকান নির্গমনল লাগানো হয়। নির্গমনলের শেষের অংশ বেশ দীর্ঘ রাখা হয় যাহাতে তাহা একটি গ্যাস জ্বারের তলদেশ পর্যন্ত পৌঁছিতে পারে। ফ্লাস্কের ভিতর বেশ কিছুটা তাহার ছিবড়া লওয়া হয় এবং দীর্ঘনল ফানেল দিয়া গাঢ় সলফিউরিক অ্যাসিড এক্সপ

পরিমাণে ঢালা হয় যাহা ত কপারের ছিবড়া এবং দীর্ঘনল ফানেলের শেষ প্রান্ত অ্যাসিডে ডুবিয়া থাকে। ফ্লাস্কটিকে আটার সাহায্যে লৌহদণ্ডে আটকানো হয় এবং সেই অবস্থায় তার জালির উপর বসানো হয়। তাহার পর বুনসেন দীপের সাহায্যে ফ্লাস্কটিকে ধীরে ধীরে উত্তপ্ত করা হয়। যেই সলফার ডাই অক্সাইড গ্যাস উৎপন্ন হইতে আরম্ভ হয় সেই বুনসেন দীপ সরাইয়া লওয়া হয়। উত্তপ্ত সলফার ডাই অক্সাইড গ্যাস গ্যাসজারে বায়ুর উষ্ণ অপত্র শঙ্খারা সংগ্রহ করা হয়।

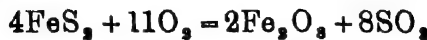


বিক্রিয়ায় জাত জল ঘন সলফিউরিক অ্যাসিড দ্বারা শোষিত হয়। তাই সম্পূর্ণ শুষ্ক এবং বিত্তপ্ত সলফার ডাই অক্সাইড পাইতে হইলে গ্যাসটিকে একটি গ্যাস ধৌত বোতলে ঘন সলফিউরিক অ্যাসিড রাখিয়া তাহার ভিতর দিয়া অতিক্রম করানো হয় এবং বায়ুর উষ্ণাপসারণ দ্বারা সংগ্রহ করা হয়।

**জটিল্য** ফ্লাস্কের ভিতর উপজাত হিসাবে কপার সলফেট উৎপন্ন হয়। কিন্তু কিছু কপার সলফাইড উৎপন্ন হওয়ার ফলে কপার সলফেটের নীলবর্ণ দেখা না গিয়া অবশিষ্ট কপারের রং কালো দেখায। আবার  $\text{SO}_2$  এর সহিত সামান্য সলফার ট্রাই অক্সাইড উৎপন্ন হওয়ার গ্যাসটি ফ্লাস্কের ভিতর এবং জারে সংগ্রহ করার পর ধোয়াটে দেখায।

**পণ্য উৎপাদন** (i) সলফারকে বায়ুতে পোড়াইয়া সলফার ডাই অক্সাইডের পণ্য উৎপাদন সম্পাদিত হয় এবং এইভাবে উৎপন্ন সলফার ডাই অক্সাইড সলফিউরিক অ্যাসিডের পণ্য উৎপাদনে ব্যবহৃত হয়। সময় সময় উত্তপ্ত সলফার ডাই অক্সাইডকে শুষ্কের মধ্যে ঠাণ্ডা জল চালনা করিয়া জলে দ্রবীভূত করা হয়। অল্প অদ্ভাব্য গ্যাস যাহা  $\text{SO}_2$  এর সহিত মিশিয়া থাকে (যথা নাইট্রোজেন সামান্য অক্সিজেন ও বায়ুস্থ নিষ্ক্রিয় গ্যাসসমূহ) তাহা চলিয়া যায়। অল্প একটি পাত্রে সলফার ডাই অক্সাইডের দ্রবণ লইয়া ফুটানো হয়। উত্তপ্ত  $\text{SO}_2$  কে গাঢ় সলফিউরিক অ্যাসিডের ভিতর দিয়া অতিক্রম করাইয়া শুষ্ক করিয়া সাধারণ উষ্ণতায় উচ্চ চাপে তরল করিয়া চোঙে ভর্তি করিয়া বাজারে পাঠান হয়।

(ii) আয়বণ পাইরাইটস্কে ( $\text{FeS}_2$ ) বায়ুতে ভূজিত (roasted) করিয়াও সলফার ডাই অক্সাইডের পণ্য উৎপাদন সাধিত হয়।

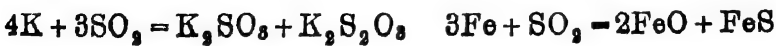


**সলফার ডাই অক্সাইডের ধর্ম**। সলফার ডাই অক্সাইড একটি বর্ণহীন গ্যাস। ইহার গন্ধ গন্ধক পোড়ানর গন্ধের মত ঝাঁঝালো এবং শ্বাসরোধী, কিন্তু

ইহার কোন বিক্রিয়া নাই। ইহার ঘাম্পীয় ঘনত্ব ৪২ এবং বায়ু অপেক্ষা ইহা অনেক বেশী ভারী। ইহা জলে খুব দ্রাব্য। অ্যামোনিয়ার ভিতর বর্ণিত উপায়ে (৩৫ পৃ দেখ) ক্লান্তে সলফার ডাই অক্সাইড ভর্তি কবিতা এবং গ্যাস দ্রোণীতে নীল লিটমাসের দ্রবণ লইয়া তাহার ভিতর ক্লান্তের মুখে লাগানো নলটি ডুবাইয়া ক্লিপ খুলিয়া দিলে এবং ক্লান্তের মাথায় এই অবস্থায় ঈষদ্র টালিলে নীল লিটমাসের দ্রবণ কাচের নল বহিয়া উপরে উঠিয়া যায় এবং যেমন ক্লান্তের ভিতরে অবস্থিত নলের মুখের নিকটে আসে তখন উহা সমস্ত সলফার ডাই অক্সাইড একসঙ্গে দ্রবীভূত করে। তাহার ফলে জল ফোয়ারার আকারে ক্লান্তের ভিতর যাওয়া পড়ে এবং নীল লিটমাস লাল হইয়া যায়। ইহাতে গ্যাসটির দ্রবণের অ্যাসিড ভাব বেশ বুঝা যায়।

এই গ্যাসটিকে সহজেই সাধারণ উষ্ণতায় উচ্চ চাপ প্রয়োগ দ্বারা অথবা হিম-মিশ্রে (freezing mixture বরফ ও লবণের মিশ্রণ) শীতল করিয়া বর্ণহীন তরল অবস্থায় পাওয়া যায়। এই তরল সলফার ডাই অক্সাইডের স্ফুটনাঙ্ক— $-10$  সেন্টিগ্রেড। তবল সলফার ডাই অক্সাইড দ্রাবক হিসাবে কাজ করে এবং ইহাতে অনেক মৌলিক পদার্থ এবং কোন কোন লবণ দ্রবীভূত হয়।

সলফার ডাই অক্সাইড গ্যাস দাহ্য নহে এবং সাধারণভাবে ইহা দহনের সহায়কও নয়। একটি জলন্ত বাতি বা হাইড্রোজেনের জলন্ত শিখা এই গ্যাসের ভিতর প্রবেশ করাইয়া দিলে নিভিয়া যায় এবং গ্যাসেও আগুন ধরে না। কিন্তু জলন্ত সোডিয়াম পটাসিয়াম ম্যাগনেসিয়াম এবং অতি উত্তপ্ত আয়রন বা টিন গ্যাসের ভিতর নামাইয়া দিলে উহার জ্বলিতে থাকে। অধিক তাপে সলফার ডাই-অক্সাইড বিল্লিষ্ট হইয়া অক্সিজেন উৎপন্ন হয় এবং এই অক্সিজেন ধাতুগুলির দহনে সহায়তা করে। সুতরাং সলফার ডাই অক্সাইড পরোক্ষভাবে জারক হিসাবে ক্রিয়া করে।

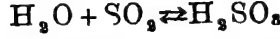


এই জারকগুণ ইহার হাইড্রোজেন সলফাইডের সহিত বিক্রিয়াতেও দেখা যায়। হাইড্রোজেন সলফাইড সলফার ডাই অক্সাইড দ্বারা জারিত হইয়া সলফার উৎপাদন করে।



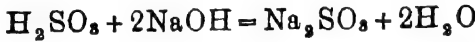
এই বিক্রিয়ায় সলফার ডাই অক্সাইড বিজারিত হইয়া সলফার দিয়া থাকে।

সলফার ডাই অক্সাইডের জলের দ্রবণ অ্যাসিডগুণসম্পন্ন। ইহা পূর্বেই ফোয়ারা পরীক্ষায় দেখানো গিয়াছে। জলের দ্রবণে একটি অস্থায়ী অ্যাসিড উৎপন্ন হয়, তাহার নাম সলফিউরাস অ্যাসিড। এই জলীয় দ্রবণকে উত্তপ্ত করিলে সমস্ত  $SO_2$  গ্যাস উপিয়া যায় এবং কেবল মাত্র জল পড়িয়া থাকে।

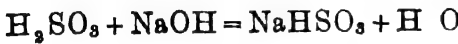


এই জলের দ্রবণকে একটি দুইমুখ বন্ধ কাচের নলে লইয়া 150 সেন্টিগ্রেড উষ্ণতায় উত্তপ্ত করিলে সলফার উৎপন্ন হয় এবং তজ্জন্ত দ্রবণটি ঘোলাটে হয়। এই অ্যাসিডটি দূষিত হইলেও ইহার লবণগুলি সমস্তই সুস্থিত এবং কঠিন ক্ষটিকাকাবে প্রস্তুত করা যায়।

সলফিউরাস অ্যাসিড দ্বি-ক্ষারীয় (di basic)। ইহাব অণুতে অবস্থিত দুইটি হাইড্রোজেন পরমাণু একত্রে বা একে একে ধাতুদ্বারা প্রতিস্থাপিত করা যায়। তাই এই অ্যাসিড হইতে দুই জাতীয় লবণ পাওয়া যায়। দুইটি হাইড্রোজেন পরমাণু ধাতুদ্বারা প্রতিস্থাপন করিলে প্রশম লবণ (normal salt) এবং একটি হাইড্রোজেন পরমাণু প্রতিস্থাপন করিলে অ্যাসিড লবণ (acid salt) অথবা বাই লবণ (bi salt) পাওয়া যায়।



সোডিয়াম সলফাইট (প্রশম লবণ)



সোডিয়াম বাই সলফাইট অথবা

অ্যাসিড সলফাইট (অ্যাসিড লবণ বা বাই লবণ)

সাধারণ উষ্ণতায় কঠিক সোডা বা সোডিয়াম হাইড্রক্সাইডের ভিতর দিয়া অধিক পরিমাণে সলফার ডাই অক্সাইড গ্যাস অতিক্রম করাইলে (যতক্ষণ না দ্রবণ হইতে সলফার ডাই অক্সাইডের গন্ধ পাওয়া যায়) দ্রবণে সোডিয়াম বাই সলফাইট উৎপন্ন হয়।  $NaOH + SO_2 + H_2O = NaHSO_3 + H_2O$

এই দ্রবণকে কেলাসিত করিতে চেষ্টা করিলে সোডিয়াম বাই সলফাইট কেলাসিত না হইয়া সোডিয়াম মেটা বাই সলফাইট ( $Na_2S_2O_5$ ) কেলাসিত হয়।

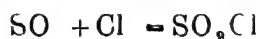


সোডিয়াম মেটা বাই সলফাইট ফটোগ্রাফীতে ব্যবহৃত হয়। সোডিয়াম

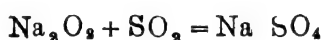


আসে। এই কারণে সলফার ডাই অক্সাইড দ্বারা বিরঞ্জিত স্পঞ্জ এবং ক্রানেলের বর্ণ অনেক সময় ফিরিয়া আসিতে দেখা যায়। আবও উল্লেখযোগ্য এই যে, সলফার ডাই অক্সাইড মুহূ বিবজ্জক। ক্লোরিন বা বিরঞ্জকচূর্ণ (bleaching powder) সিদ্ধ উল স্পঞ্জ প্রভৃতির পক্ষে ক্ষতিকর এবং সেইজন্য তাহাদের বিরঞ্জন সলফার ডাই অক্সাইডের সাহায্যে সম্পাদিত হয়।

সলফার ডাই অক্সাইড ও ক্লোরিনের বিক্রিয়া জলের উপস্থিতিতে যেভাবে সংঘটিত হয় তাহা পূর্বেই উল্লিখিত হইয়াছে। কিন্তু সলফার ডাই অক্সাইড গ্যাস ও ক্লোরিন গ্যাস মিশাইয়া প্রথম সূর্যালোকে ধরিলে অথবা উক্ত মিশ্রণকে উত্তপ্ত কার্বনের মধ্য দিয়া অতিক্রম করানলে সলফিউরিল ক্লোরাইড উৎপন্ন হয়।



এইরূপে সলফার ডাই অক্সাইড পূর্ণ গ্যাস জারে উত্তপ্ত ক্লোরিয়াম পাব অক্সাইড লেড ডাই অক্সাইড অথবা সোডিয়াম পার অক্সাইড উজ্জ্বল চামচে করিয়া নামাইয়া দিলে উহারা লোহিত তপ্ত হইয়া উঠে এবং সবাসরি সলফার ডাই অক্সাইডের সহিত যুক্ত হইয়া সলফেট গঠন করে।



**সলফার ডাই অক্সাইডের অভীক্ষণ** সলফার ডাই অক্সাইডকে গন্ধক পোড়ানোর গন্ধ পটাসিয়াম পারম্যাঙ্গানেটেব দ্রবণকে বর্ণহীন করার ক্ষমতা এবং কমলা বা এর পটাসিয়াম ডাইক্রোমেট দিলে ফিলটার কাগজকে সবুজবর্ণে পরিবর্তিত করার ক্ষমতা দ্বারা চেনা যায়। তাহার সহিত লাল র এর ম্যাজেন্টা দ্রবণকে বিরঞ্জিত করার ক্ষমতাও দেখা হইয়া থাকে।

শ্বেতসার (starch) এবং পটাসিয়াম আয়োডেটের (KIO<sub>3</sub>) দ্রবণে দিলে ব্রটি, কাগজ সলফার ডাই অক্সাইড গ্যাসে ধরিলে ব্রটি কাগজের র নীল হয়। এই পরীক্ষা দ্বারা সলফার ডাই অক্সাইডের উপস্থিতি বিশেষভাবে প্রমাণিত হয়।



**সলফার ডাই অক্সাইডের ব্যবহার** সলফার ডাই অক্সাইড নানা ভাবে ব্যবহৃত হয়। মুহূ বিরঞ্জকরূপে ইহা উল সিদ্ধ স্পঞ্জ এবং টুপিতে

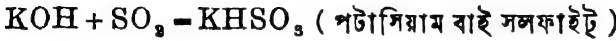
ব্যবহৃত খড় সাদা করিবার জন্য ব্যবহৃত হয়। চিনি উৎপাদনেও ইহা বিরলক হিসাবে ব্যবহৃত হইয়া থাকে। চুনগোলার ভিতর অধিক পরিমাণে সলফার ডাই অক্সাইড চালনা করিয়া ক্যালসিয়াম বাই সলফাইট লবণ  $[Ca(HSO_3)_2]$  উৎপাদন করা হয়। এই লবণ প্রচুর পরিমাণে কাগজের মণ্ড প্রস্তুতে ব্যবহৃত হয়। রোগ বীজাণু নাশ করিবার ক্ষমতা ইহাতে আছে বলিয়া বীজন্ত (disinfectant) হিসাবে ইহার ব্যবহার হইয়া থাকে। ছোরাচে রোগে (যথা, টাইফয়েড বসন্ত প্রভৃতি) আক্রান্ত রোগীর ঘরে বীজাণুনাশ করিবার জন্য ঘরে গন্ধক পোড়াইয়া সলফার ডাই অক্সাইড উৎপন্ন করা হয়। মা স সুরাঘটিত পদার্থ এবং ফল ইত্যাদি স বক্ষণে কিছুটা সলফার ডাই অক্সাইড ব্যবহৃত হয়। কিন্তু সর্বাপেক্ষা বেশী সলফার ডাই অক্সাইড ব্যবহৃত হয় সলফিউরিক অ্যাসিড ও সলফাইট লবণ উৎপাদনে। আর সলফার ডাই অক্সাইডের ব্যবহার দেখা যায় অতিরিক্ত ক্লোরিন দ্বারা বিরঞ্জিত বস্ত্র হইতে উদ্ভূত ক্লোরিন দূরীভূত কবিত্রে (as an antichlor)। পূর্বে উল্লিখিত হইয়াছে যে সলফার ডাই অক্সাইডকে সহজেই তরলে রূপান্তরিত করা যায় এবং সেই তরল সলফার ডাই অক্সাইড হিমকক্ষে (refrigerator) হিমায়করূপে (as a refrigerating agent) এবং ঘরের বা বেলের কামবার বায়ুর শীততাপ নিয়ন্ত্রণে (air conditioning) ব্যবহৃত হইয়া থাকে।

কার্বনিক অ্যাসিড ও সলফিউরিক অ্যাসিড এবং তাহাদের লবণ। সলফার ডাই অক্সাইড কার্বন ডাই অক্সাইডের মত জলে দ্রবীভূত হইয়া থাকে। যেমন কার্বন ডাই অক্সাইডের জলীয় দ্রবণে কার্বনিক অ্যাসিড  $(H_2CO_3)$  উৎপন্ন হয় সেইরূপ সলফার ডাই অক্সাইডের জলীয় দ্রবণে সলফিউরাস  $(H_2SO_3)$  অ্যাসিড গঠিত হয়।  $CO_2 + H_2O = H_2CO_3$   $SO_2 + H_2O = H_2SO_3$  কার্বনিক অ্যাসিডের মত সলফিউরাস অ্যাসিডও একমাত্র জলীয় দ্রবণে পাওয়া যায়। কার্বনিক অ্যাসিড এবং সলফিউরাস অ্যাসিড উভয়েই মৃদু অ্যাসিড (weak acid) এবং অস্থায়ী যৌগ ইহাদের জলীয় দ্রবণ উত্তপ্ত করা হইলে যথাক্রমে কার্বন ডাই অক্সাইড ও সলফার ডাই অক্সাইড উপস্থিত হয় এবং কেবলমাত্র জল পড়িয়া থাকে।

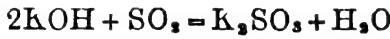
কার্বনিক অ্যাসিড হইতে উৎপন্ন কার্বনেট (যথা সোডিয়াম কার্বনেট  $Na_2CO_3$ ) এবং বাই কার্বনেট (যথা, সোডিয়াম বাই কার্বনেট,  $NaHCO_3$ )

লবণের স্থায় সলফিউরাস অ্যাসিডও সলফাইট (যথা,—সোডিয়াম সলফাইট,  $\text{Na}_2\text{SO}_3$ ) এবং বাই সলফাইট (যথা —সোডিয়াম বাই সলফাইট  $\text{NaHSO}_3$ ) লবণ গঠন করে।

সলফার ডাই অক্সাইড এবং ফারের বিক্রিয়া দ্বারা অথবা জলে দ্রবণীয় কার্বনেটের দ্রবণেব ভিতর দিয়া সলফার ডাই অক্সাইড চালনা করিলে সলফাইট এবং বাই সলফাইট লবণ উৎপন্ন হয়।



কঠিক পটাস (ফার)



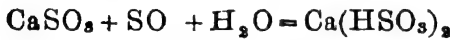
পটাসিয়াম সলফাইট



সোডিয়াম কার্বনেট সোডিয়াম সলফাইট (জলে দ্রাব্য)



ক্যালসিয়াম হাইড্রক্সাইড (ফার) ক্যালসিয়াম সলফাইট (জলে অদ্রাব্য)



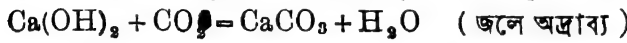
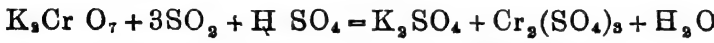
ক্যালসিয়াম বাই সলফাইট (জলে দ্রাব্য)

**দ্রষ্টব্য** অদ্রাব্য কার্বনেটের জলের সহিত মিশ্রণের ভিতর দিয়া সলফার ডাই অক্সাইড চালনা করিলে প্রথমে জলে অদ্রাব্য সলফাইট উৎপন্ন হয় এবং কার্বন ডাই অক্সাইড গ্যাস বাহির হইয়া আসে। কিন্তু অনেক বেশী পরিমাণে সলফার ডাই অক্সাইড চালনা করিলে জলে দ্রাব্য বাই সলফাইট উৎপন্ন হইয়া দ্রবণে থাকে। যথা— $\text{MnCO}_3 + \text{SO}_2 = \text{MnSO}_3 + \text{CO}_2$  (জলে অদ্রাব্য) কিন্তু বেশী  $\text{SO}_2$  চালনা করিলে  $\text{MnSO}_3 + \text{SO}_2 + \text{H}_2\text{O} = \text{Mn(HSO}_3)_2$  (জলে দ্রাব্য)।

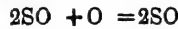
**সলফাইটের উপস্থিতিতে কার্বনেটের পরীক্ষা**

সলফাইট এবং কার্বনেট উভয় প্রকার লবণেই পাতলা হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড যোগ করিলে বুদবুদের আকারে যথাক্রমে সলফার ডাই অক্সাইড গ্যাস এবং কার্বন ডাই অক্সাইড গ্যাস বাহির হয়। গ্যাসে সলফার পোড়ানোর গন্ধ হইতে সলফার ডাই অক্সাইডের উপস্থিতি সহজেই বুঝা যায়। কিন্তু কার্বন ডাই অক্সাইডের উপস্থিতি প্রমাণ করিতে উৎপন্ন গ্যাস পরিকার চুনের জলের ভিতর দিয়া অতিক্রম করাইতে হয়। চুনের জল ঘোলা হইলে কার্বন ডাই অক্সাইডের উপস্থিতি বুঝিতে পারা যায়। কিন্তু এখানে সলফার ডাই অক্সাইড থাকায় এবং সলফার ডাই অক্সাইডও পরিস্কার

চূনের জলকে ঘোলা করায়  $[Ca(OH)_2 + SO_2 = CaSO_3 \text{ (জলে অদ্রাব্য)} + H_2O]$  কার্বন ডাই অক্সাইডের উপস্থিতি প্রমাণিত হয় না। তাই উৎপন্ন গ্যাসকে প্রথমে সলফিউরিক অ্যাসিড যুক্ত পটাসিয়াম ডাই ক্রোমেটের  $(K_2Cr_2O_7)$  দ্রবণের ভিতর দিয়া অতিক্রম করাইয়া পরে পরিকার চূনের জলেব ভিতর দিয়া অতিক্রম করাইলে যদি চূনের জল ঘোলা হয় তাহা হইলে গ্যাসে কার্বন ডাই অক্সাইডের তথা মিশ্রিত লবণে কার্বনেটেব উপস্থিতি সম্পূর্ণরূপে প্রমাণিত হয়। এই প্রক্রিয়ায় সলফার ডাই অক্সাইড পটাসিয়াম ডাই ক্রোমেট দ্বাৰা জারিত হইয়া সলফিউরিক অ্যাসিডে রূপান্তরিত হয় এবং ডাই ক্রোমেটেব দ্রবণের ভিতর থাকিয়া যাব আর কার্বন ডাই অক্সাইড গ্যাস ডাই ক্রোমেটের দ্রবণ দ্বারা জারিত না হওয়ায় বাহির হইয়া যায় এবং চূনের জলকে ঘোলা করে।

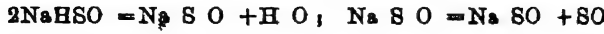


**দ্রষ্টব্য** সলফারের অক্স একটি অক্সাইড হইল সলফার ট্রাই অক্সাইড (Sulphur tri-oxide  $SO_3$ )। ইহাই জলেব সহিত বিক্রিয়া করিয়া সলফিউরিক অ্যাসিড দিয়া থাকে। সেইজন্য ইহাকে সলফিউরিক অ্যানহাইড্রাইড (Sulphuric anhydride) নামে অভিহিত করা হয়। সলফারকে বায়ুর সংস্পর্শে ছালাইলে সলফার ডাই অক্সাইড উৎপন্ন হয় কিন্তু এইভাবে সলফার বায়ু বা অক্সিজেনের সংস্পর্শে পোড়াইয়া সলফার ট্রাই অক্সাইড উৎপাদন করা যায় না; একমাত্র সলফার ডাই অক্সাইড এবং অক্সিজেনের সংযোগের ফলেই সলফার ট্রাই অক্সাইড পাওয়া সম্ভব।

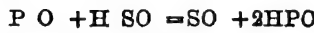


কিন্তু এই মিলনটি সাধারণ অবস্থায় এত ধীরে ধীরে সংঘটিত হয় যে অনেক দিন অপেক্ষার পরও সামান্যই সলফার ট্রাই অক্সাইড এইভাবে পাওয়া যাইতে পারে। কিন্তু প্লাটিনাম অনুঘটকের উপস্থিতিতে 450 সেন্টিগ্রেড উষ্ণতায় সলফার ডাই অক্সাইড এবং অক্সিজেনের সম্পূর্ণভাবে উপরে লিখিত সমীকরণ অনুসারে বিক্রিয়া ঘটিয়া থাকে। অনুঘটক হিসাবে সময় সময় ভজিত (roasted) আয়রন পাইরাইটিস (যাহাতে  $FeO$  এবং  $CuO$  থাকে) ব্যবহৃত হয়; তখন 620 সেন্টিগ্রেড উষ্ণতার প্রয়োজন হয় এবং মাত্র শতকরা 60 ভাগ সলফার ডাই অক্সাইড সলফার ট্রাই অক্সাইডে পরিণত হয়। বর্তমানে আমেরিকায় ভ্যানাডিয়ামেব অক্সাইড ( $V_2O_5$ ) অনুঘটক হিসাবে ব্যবহৃত হইতেছে এবং কলিকাতার বেসল কেমিক্যাল এণ্ড ফার্মেসিউটিক্যাল ওয়ার্কসেও ভ্যানাডিয়াম পেণ্ট অক্সাইড ( $V_2O_5$ ) অনুঘটক হিসাবে ব্যবহার করিয়া সলফার ডাই অক্সাইড ও অক্সিজেনের মিশ্রণ হইতে সলফার ট্রাই অক্সাইড উৎপাদন করিয়া উক্ত সলফার ট্রাই অক্সাইড হইতে সলফিউরিক অ্যাসিড তৈয়ারী হইতেছে। এই প্রণালীতে সলফিউরিক অ্যাসিড প্রস্তুতের পদ্ধতিকে **সংস্পর্শ পদ্ধতি (Contact Process)** বলে। ইহা পরে সলফিউরিক অ্যাসিডের পণ্য উৎপাদনে বিশদভাবে বর্ণিত হইয়াছে

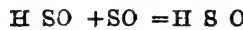
অল্প উপায়েও সলফার ট্রাই অক্সাইড উৎপাদন করা যায়। যেমন ফেরাস সলফেট ফেরিক সলফেট সোডিয়াম বাই সলফেট অথবা সোডিয়াম পাইরোসলফেট উত্তপ্ত করিলে সলফার ট্রাই অক্সাইড গ্যাসরূপে বাহ্যিক হইয়া আসে।



গাঢ় সলফিউরিক অ্যাসিডে ফসফোরাস পেট অক্সাইড যোগ করিয়া মিশ্রণকে ফুটাইলে অথবা ধূমায়মান (fuming) সলফিউরিক অ্যাসিডকে (বাহ্যিক Nordhausen Sulphuric acid বলা হয় যেহেতু উহা প্রথম আর্নস্ট নর্ডহাউসেন নামক স্থানে উৎপাদিত হয়) পাতিত করিলে সলফার ট্রাই অক্সাইড পাওয়া যায়।



যদিও উচ্চ উষ্ণতা ইহা গ্যাসীয় কিন্তু সাধারণ উষ্ণতায় সলফার ট্রাই অক্সাইড কঠিন খটিকাকার পদার্থ। সলফার ট্রাই অক্সাইডের জলের প্রতি আসক্তি অত্যন্ত প্রবল। ইহা জলের সংস্পর্শে আসিলে হিন্ হিন্ শব্দে প্রবল বিক্রিয়া ঘটেইয়া সলফিউরিক অ্যাসিড উৎপন্ন করে  $\text{SO}_2 + \text{H}_2\text{O} = \text{H}_2\text{SO}_4$ । আর্দ্র বায়ুতে সলফার ট্রাই অক্সাইড গ্যাস ছাড়িয়া দিলে একটি ঘন সাদা ধোঁয়া উৎপন্ন হয়। এই সাদা ধোঁয়াটি প্রকৃতপক্ষে পূর্ব ছোট ছোট সলফিউরিক অ্যাসিডের কণার সমষ্টি। সলফার ট্রাই অক্সাইড গাঢ় সলফিউরিক অ্যাসিডে দ্রবীভূত হয় এবং তখন ধূমায়মান সলফিউরিক অ্যাসিড (বাহ্যিক পাইরো সলফিউরিক অ্যাসিড নামেও অভিহিত হয় এবং বাহ্যিক পূর্বে নর্ডহাউসেন সলফিউরিক অ্যাসিড বলিয়া উল্লিখিত হইয়াছে) উৎপন্ন হয়।



কার্বোয় অক্সাইডের সহিত ইহা সহজেই যুক্ত হইয়া সলফেট লবণ গঠন করে। বেরিয়াম অক্সাইডের সহিত বিক্রিয়ার সময় প্রভূত তাপ উদ্ভূত হয় এবং অক্সাইডটি ভাঙে (glows) হইয়া উঠে।



### Questions

1 Describe with a sketch the method of preparation of pure and dry sulphur dioxide in the laboratory Describe on experimental basis the properties of sulphur dioxide

১। পরীক্ষাগারে যে উপায়ে বিশুদ্ধ এবং শুষ্ক সলফার ডাই অক্সাইড প্রস্তুত করা হয় তাহা চিত্রসহযোগে বর্ণনা কর। পরীক্ষামূলকভাবে ইহার বর্ণন সম্বন্ধে আলোচনা কর।

2 How is sulphur dioxide prepared in the laboratory? State its principal physical and chemical properties Explain its bleaching action  
(Higher Secondary, Science W B 1960)

২। পরীক্ষাগারে কিতাবে সলফার ডাই অক্সাইড প্রস্তুত করা হয়? ইহার প্রধান প্রধান ভৌত ও রাসায়নিক ধর্ম উল্লেখ কর। ইহার বিরঞ্জক ধর্ম ব্যাখ্যা করিয়া বুঝাইয়া দাও।

3 How is sulphur dioxide prepared from (a) sulphite and (b) sulphuric acid? State what you know about its uses Give a comparative account of the bleaching action of chlorine and sulphur dioxide

৩। (ক) সলফাইট হইতে এবং (খ) সলফিউরিক অ্যাসিড হইতে কিতাবে সলফার ডাই অক্সাইড পাওয়া যায়? ইহাব ব্যবহার সম্বন্ধে যাহা জান লিখ। বিরঞ্জক হিসাবে ক্লোরিন ও সলফার ডাই অক্সাইডের ব্যবহারের তুলনামূলক আলোচনা কর।

4 Describe with equations the reactions of sulphur dioxide with the following substances (a) an aqueous solution of chlorine (b) an aqueous solution of caustic potash (c) a mixture of nitrogen dioxide and water vapour (d) hydrogen sulphide and (e) an aqueous solution of ferric chloride

৪। নিম্নলিখিত দ্রব্যগুলির সহিত সলফার ডাই অক্সাইডের যে বিক্রিয়া সংঘটিত হয় তাহা সমীকরণ সহকারে বর্ণনা কর (ক) ক্লোরিনের জলীয় দ্রবণ, (খ) কষ্টিক পটাসের জলীয় দ্রবণ (গ) নাইট্রোজেন ডাই অক্সাইড এবং জলীয় বাষ্পের মিশ্রণ (ঘ) হাইড্রোজেন সলফাইড এবং (ঙ) ফেরিক ক্লোরাইডের জলীয় দ্রবণ।

5 Sulphur dioxide acts sometimes as an oxidising agent and sometimes as a reducing agent — Explain fully the statement with examples

৫। সলফার ডাই অক্সাইড কোন কোন ক্ষেত্রে জীবক হিসাবে এবং কোন কোন ক্ষেত্রে বিজারক হিসাবে ক্রিয়া করে। — এই উক্তি উদাহরণ সহকারে বিশদভাবে ব্যাখ্যা কর।

6 How can you prove that sulphur dioxide contains sulphur? Describe with equations the reactions that occur between sulphur dioxide and the following substances (a) nitric acid (b) lead dioxide, (c) sodium carbonate (d) milk of lime and (e) potassium permanganate

৬। সলফার ডাই অক্সাইডে যে সলফার আছে তাহা কিতাবে প্রমাণ করা যায়? সলফার ডাই অক্সাইডের সহিত নিম্নলিখিত দ্রব্যগুলির রাসায়নিক বিক্রিয়া সমীকরণ-সহকারে বর্ণনা কর (ক) নাইট্রিক অ্যাসিড (খ) লেড ডাই অক্সাইড, (গ) সোডিয়াম কার্বনেট (ঘ) চুন-গোলা এবং (ঙ) পটাসিয়াম পারম্যাঙ্গানেট।

7 How is sulphur dioxide manufactured? How is sulphur dioxide used in the preservation of edible substances?

৭। সলফার ডাই অক্সাইডের পণ্য উৎপাদন কিভাবে হইয়া থাকে? খাদ্যদ্রব্যকে পচন হইতে রক্ষা করিবার জন্ত সলফার ডাই অক্সাইড কিভাবে ব্যবহৃত হয়?

8 How is dry sulphur dioxide prepared and collected in the laboratory?

Describe what happens when it reacts with (a) an aqueous solution of potassium permanganate (b) chlorine water (c) lime water (State the visible changes that occur and give equations)

(Higher Secondary West Bengal 1964)

৮। কিভাবে শুষ্ক সলফার ডাই অক্সাইড পরীক্ষাগারে প্রস্তুত করা হয় এবং কিভাবে তাহা সংগ্রহ করা হয়।

যখন ইহা নিম্নলিখিত দ্রব্যগুলির সহিত বিক্রিয়া করে তখন কি ঘটনা থাকে তাহা বর্ণনা কর —(ক) পটাশিয়াম পারম্যাঙ্গানেটের জলীয় দ্রবণ (খ) ক্লোরিন জল (গ) চুনের জল। (দৃষ্ট পরিবর্তনগুলি উল্লেখ কর এবং সমীকরণ দাও।)

---

## উনবিংশ অধ্যায় সলফিউরিক অ্যাসিড ( Sulphuric Acid )

আণবিক স কেত  $H_2SO_4$  স্ফুটনাঙ্ক 338 সেন্টিগ্রেড আণবিক ওজন 98 ;  
ঘনাঙ্ক 1.8 গ্ৰি ফার্মিক ( dibasic ) অ্যাসিড ।

সলফিউরিক অ্যাসিড এষুগের এত অধিক স খ্যক শিল্পে ব্যবহৃত হয় যে শিল্প-  
বিষয়ে অগ্রসরতার মাপকাঠি হিসাবে ইহাকে গণনা করা হয় । যে দেশ শিল্পবিষয়ে  
যত উন্নত সে দেশে তত বেশী সলফিউরিক অ্যাসিড উৎপন্ন হয় ।

আলকেমিষ্টরা ( Alchemists ) প্রথমে সলফিউরিক অ্যাসিড আবিষ্কার করেন ।  
অষ্টম শতাব্দীতে আরবদেশে প্রথম হিরাকসের ( Green vitriol ferrous sul-  
phate  $FeSO_4 \cdot 7H_2O$  ) সহিত ফটুকিবি [ alum  $K_2SO_4 \cdot Al (SO_4)_3 \cdot 24H_2O$  ] মিশাইয়া মিশ্রণকে পাতিত করিয়া সলফিউরিক অ্যাসিড প্রস্তুত করা হয় ।  
পরে বেসিল ভ্যালেনটিন নামক একজন আলকেমিষ্ট কেবলমাত্র হিরাকস বা সবুজ  
ভিট্রিয়লকে ( Green vitriol ) পাতিত করিয়া সলফিউরিক অ্যাসিড প্রস্তুত করেন ।  
সেইজন্ত সলফিউরিক অ্যাসিডের নাম সেই সময় দেওয়া হইয়াছিল “ভিট্রিয়লের  
তৈল” ( Oil of vitriol ) । বর্তমানে শিল্পজগতে সলফিউরিক অ্যাসিড ঐ নামেই  
অভিহিত হইয়া থাকে । সপ্তদশ শতাব্দীতে একটি আবদ্ধ কাচের পাত্রে মध्ये জলের  
উপর সলফার এব নাইটার ( সোরা  $KNO_3$  ) আলাইয়া সলফিউরিক অ্যাসিড  
প্রস্তুত করা হয় । অষ্টাদশ শতাব্দী হইতে কাচপাত্রেব স্থলে লেডনির্মিত প্রকোষ্ঠ  
( Lead Chamber ) ব্যবহার করিয়া এব নাইটারেব স্থলে নাইট্রোজেনের অক্সাইড  
এব জলের পরিবর্তে জলীয় বাষ্প এব অতিরিক্ত বায়ু ব্যবহাব করিয়া সলফিউরিক  
অ্যাসিডের প্রচুর পরিমাণে উৎপাদন সম্ভব করা হয় । পরে উনবি শ শতাব্দীতে  
গ্লোভার ( Glover ) সলফার ডাই অক্সাইড ও নাইট্রোজেনের অক্সাইড ও বায়ু  
সুপ্তভাবে মিশাইবার জন্ত লেড চেম্বারগুলির সম্মুখে একটি স্তম্ভ যোগ করেন । আবার  
দামী নাইট্রোজেনেব অক্সাইড যাহাতে অপব্যয়িত না হয় এব একই নাইট্রোজেনের  
অক্সাইড বার বার কাজে লাগানো যায় তাহার জন্ত গে লুসাক লেড চেম্বারগুলির  
শেষের দিকে আর একটি স্তম্ভ যোগ করিয়া সেখানে গাঢ় সলফিউরিক অ্যাসিড ধারা



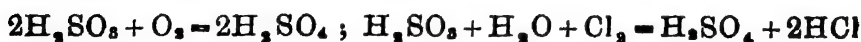
নাইট্রোজেনের অক্সাইড শোষিত করার ব্যবস্থা করেন। প্রথম তত্ত্বটিকে বলে “গ্লোভার টাওয়ার” (Glover tower) এবং শেষের তত্ত্বটিকে বলে “গে লুসাক টাওয়ার”। ঊনবিংশ শতাব্দীতে জার্মান বৈজ্ঞানিকগণের চেষ্টায় “স স্পর্শ পদ্ধতির” (Contact process) উদ্ভব সম্ভব হয় এবং বর্তমানে “চেষ্টার পদ্ধতি” এবং “স স্পর্শ পদ্ধতি” এই উদ্ভব পদ্ধতি দ্বাবাই বাজারের চাহিদা মিটাইবার জন্য সম্পূর্ণ বিমণ সলফিউরিক অ্যাসিড উৎপাদিত হইয়া থাকে।

সলফিউরিক অ্যাসিডের বিভিন্ন ধাতব লবণ প্রকৃতিতে পাওয়া যায় কিন্তু এই অ্যাসিড সাধারণত প্রকৃতিতে পাওয়া যায় না। কখনও কখনও সহরের বৃষ্টির জলে অতি অল্প পরিমাণ সলফিউরিক অ্যাসিড দেখা যায় কয়লাপোড়ানো হইতে উৎপন্ন সলফার ডাই অক্সাইড বায়ুর উচ্চ স্তরে বিদ্যুৎকরণের ফলে উৎপন্ন নাইট্রোজেনের অক্সাইডের উপস্থিতিতে বায়ুর অক্সিজেন দ্বারা জারিত হইয়া সলফিউরিক অ্যাসিডে পরিণত হয় এবং বৃষ্টির জলের সাহিত মিশিয়া ভূ পৃষ্ঠে নামিয়া আসে।  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  (জিপসাম)  $\text{BaSO}_4$  (বেরাইট)  $\text{MgSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$  (কাইজরাইট) প্রভৃতি খনিজ প্রচুর পরিমাণে প্রকৃতিতে পাওয়া যায়।

**প্রস্তুতি** (1) সলফার ডাই অক্সাইড এবং নাইট্রোজেন পার অক্সাইডের সাক্ষাৎ সংযোগের ফলে সলফিউরিক অ্যাসিড উৎপন্ন হয়



(2) সলফার ডাই অক্সাইডের জলের দ্রবণকে বায়ুর অক্সিজেন ক্লোরিন অথবা নাইট্রিক অ্যাসিড প্রভৃতির দ্বারা জারিত করিলে সলফিউরিক অ্যাসিড পাওয়া যাইতে পারে।  $\text{SO}_2 + \text{H}_2\text{O} = \text{H}_2\text{SO}_3$

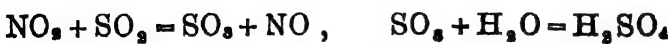


(3) সলফার ট্রাই অক্সাইড ও জলের বিক্রিয়া দ্বারা সলফিউরিক অ্যাসিড উৎপন্ন হয়।  $\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{O} = \text{H}_2\text{SO}_4$

উপরে লিখিত বিক্রিয়াগুলি দ্বারা পরীক্ষাগারে সামান্য পরিমাণ সলফিউরিক অ্যাসিড উৎপাদন করা যাইতে পারে বটে কিন্তু ঐ সকল পদ্ধতিদ্বারা বাজারের চাহিদা মিটাইবার মত সলফিউরিক অ্যাসিড একেবারেই পাওয়া যায় না। বিভিন্ন রাসায়নিক শিল্পে বছরে ৪০ হইতে ৪০ লক্ষ টন (১ টন = ২৭ মণ) সলফিউরিক

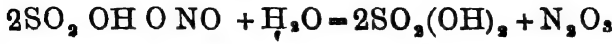
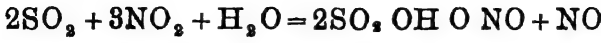
অ্যাসিড প্রযোজন হয়। তাই এই বিরাট গাছিনা মিটাইবার জুস্ত বর্তমানে দুইটি বিভিন্ন পদ্ধতির দ্বারা সলফিউরিক অ্যাসিড উৎপাদনের ব্যবস্থা প্রচলিত দেখিতে পাওয়া যায়। একটি হইল প্রকোষ্ঠ বা চেম্বার পদ্ধতি (Chamber Process) এবং অন্যটি স্পর্শ পদ্ধতি (Contact Process)। উভয় ক্ষেত্রেই প্রথমে সলফার বা আয়রণ পাইরাইটিস বায়ুসহযোগে পোড়াইয়া সলফার ডাই অক্সাইড উৎপাদন করা হয় এবং সলফার ডাই অক্সাইডকে অম্লঘটকেব উপস্থিতিতে বায়ুর অক্সিজেন দ্বারা জারিত করিয়া সলফার ট্রাই অক্সাইডে রূপান্তরিত করা হয়। এই প্রকারে উৎপন্ন সলফার ট্রাই অক্সাইড জলদ্বারা শোষিত করিলে বাসায়নিক বিক্রিয়ার ফলে সলফিউরিক অ্যাসিড পাওয়া যায়। উপরে উল্লিখিত দুই প্রকার পদ্ধতিতেই এই নীতি অমূল্য হইয়া থাকে। চেম্বার পদ্ধতিতে নাইট্রোজেনের অক্সাইড ( $\text{NO}_2$  বা  $\text{N}_2\text{O}_5$ ) অম্লঘটকের কাজ করে এবং স্পর্শ পদ্ধতিতে প্লাটিনামযুক্ত অ্যাস্বেস্টস্ অথবা ভ্যানাডিয়াম পেন্ট অক্সাইড ( $\text{V}_2\text{O}_5$ ) অম্লঘটকরূপে ব্যবহৃত হয়।

**চেম্বার পদ্ধতির রাসায়নিক ভিত্তি** এই পদ্ধতিতে সাধারণ চাপে নাইট্রোজেন পাব অক্সাইডের সহিত সলফার ডাই অক্সাইড বায়ু এবং জল একত্রিত করা হয় এবং তখন নাইট্রোজেন পাব অক্সাইড কিছুটা পরিমাণ সলফার ডাই অক্সাইডকে জারিত করে ও নিজে নাইট্রিক অক্সাইডে বিজারিত হয়। এই নাইট্রিক অক্সাইড বায়ু হইতে অক্সিজেন লইয়া পুনরায় নাইট্রোজেন পাব অক্সাইডে পরিণত হয়। এই নাইট্রোজেন পাব অক্সাইড পুনরায় কতকটা পরিমাণ সলফার ডাই অক্সাইডকে সলফার ট্রাই অক্সাইডে পরিণত করে। এইভাবে সামান্য পরিমাণ নাইট্রোজেন পার অক্সাইড অনেক সলফার ডাই অক্সাইডকে জারিত করিয়া সলফার ট্রাই অক্সাইড উৎপন্ন করে। পরে এই উৎপাদিত সলফার ট্রাই অক্সাইড জলের সহিত বিক্রিয়া করিয়া সলফিউরিক অ্যাসিড দেয়। এইখানে নাইট্রিক অক্সাইড বায়ু হইতে অক্সিজেন লইয়া সলফার ডাই অক্সাইডকে দেয়; ইহা অক্সিজেনের বাহকমাত্র।



কিন্তু পরে এই সহজ মতবাদ গ্রহণ না করিয়া কোন কোন রসায়নবিদ সলফার ডাই অক্সাইড, নাইট্রোজেন পার অক্সাইড, জল এবং বায়ুর বিক্রিয়ার ফলে

নাইট্রোসো সলফিউরিক অ্যাসিড নামে মধ্যবর্তী রাসায়নিক যৌগের গঠন কল্পনা করেন এবং পবে অধিক জলের সহিত ক্রিয়া করিয়া উক্ত মধ্যবর্তী যৌগ ভাঙ্গিয়া গিয়া সলফিউরিক অ্যাসিড এবং নাইট্রোজেন ট্রাই অক্সাইড দিয়া থাকে বলিয়া উল্লেখ করেন।



এই মতবাদের পিছনে আছে জলের পরিমাণ কম পড়িলে চেম্বার ক্রিস্টালের ( Chamber Crystals ) আবির্ভাব।

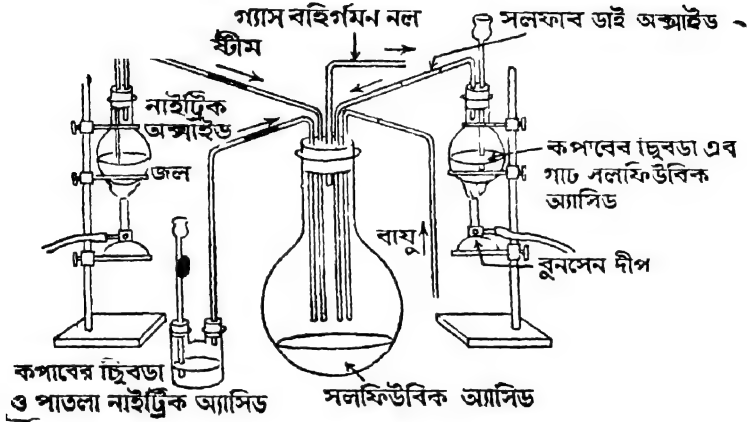
বর্তমানে সহজ মতবাদই যথার্থভাবে বিক্রিয়াটি দেখাইয়া থাকে বলিয়া মনে করা হয়।

চেম্বারের অভ্যন্তরে বিক্রিয়াটি যেভাবেই নিম্ন হউক না কেন বিক্রিয়ার শেষে অম্লঘটককে সম্পূর্ণরূপেই পূর্বাবস্থায় পাওয়া যায়।

**পরীক্ষাগারে চেম্বার পদ্ধতি অনুসরণ করিয়া সলফিউরিক অ্যাসিড উৎপাদন** চেম্বার পদ্ধতির সাহায্যে সলফিউরিক অ্যাসিড প্রস্তুত করিতে হইলে সলফার ডাই অক্সাইড অক্সিজেন ( অথবা বায়ু ) জল এবং অম্লঘটক হিসাবে নাইট্রোজেনের অক্সাইড ( নাইট্রিক অক্সাইড এবং বায়ুর অক্সিজেনের সাহায্যে তাহা হইতে উৎপন্ন নাইট্রোজেন পার অক্সাইড ) এই চারিটি বস্তু প্রয়োজন। বায়ু এবং জল সহজেই পাওয়া যায়, আর সলফার ডাই অক্সাইড ও নাইট্রিক অক্সাইড প্রস্তুত করিয়া লওয়া হয়। এই পদার্থগুলিকে একটি পাত্রে ভিতর একত্রিত করিয়া বিক্রিয়া ঘটান হয়।

একটি ২ লিটার গ্যাস ধরিবার মত ফ্লাস্ক লওয়া হয়। ফ্লাস্কটির মুখে একটি রবারের ছিপি ভালভাবে আটিয়া লাগান হয়। উক্ত ছিপির মধ্য দিয়া স যুক্ত ছবিতে দেখান মত পাঁচটি কাচের নল লাগানো হয় তাহার মধ্যে একটি উৎকৃষ্ট গ্যাসসমূহের বহির্গমন নল। সেইটি মাত্র ছিপির তলা পর্যন্ত লাগানো থাকে। অল্প চারিটি নলের শেষ প্রান্ত প্রায় ফ্লাস্কের তলদেশ পর্যন্ত বিস্তৃত থাকে। এই চারিটি নলের একটিকে নাইট্রিক অক্সাইড তৈয়ারী করার জন্য সাজানো উলফের বোতলের নির্গম নলের সহিত স যুক্ত করা হয়। উলফের বোতলে কপারের ছিবড়ার উপর সামান্যরূপ পাতলা নাইট্রিক অ্যাসিড যোগ করিয়া নাইট্রিক অক্সাইড উৎপাদন করা হয় অল্প একটি নল সলফার ডাই অক্সাইড তৈয়ারী করার জন্য সাজানো ফ্লাস্কের

নির্গম নলের সহিত যুক্ত করা হয়। এই ফ্লাস্কে কপারের ছিন্নড়ার সহিত গাঢ় সলফিউরিক অ্যাসিড যোগ করিয়া উত্তপ্ত করা হয়। তৃতীয় নলটি অল্প একটি ফ্লাস্কের মুখে লাগানো নির্গম নলের সহিত যোগ করা হয়। সেই ফ্লাস্কে জল ফুটাইয়া ষ্টীম উৎপাদিত করা হয়। চতুর্থ নলটি একটি ফুট ব্লায়ারের ( foot blower ) সহিত সংযুক্ত করিয়া বিক্রিয়া ঘটাইবার বড় ফ্লাস্কে বায়ু প্রবেশ করানোর ব্যবস্থা করা হয়।

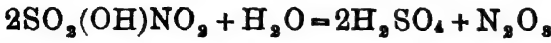


চিত্র নং ৫৭

চারটি নলের মধ্য দিয়া যথাক্রমে নাইট্রিক অক্সাইড, সলফার ডাই অক্সাইড, জলীয় বাষ্প ( ষ্টীম ) এবং বায়ু ফ্লাস্কটিতে প্রবেশ কবে এবং তাহাদের মধ্যে বিক্রিয়া সংঘটিত হয়। বিক্রিয়ার ফলে তৈলের মত একটি তরল পদার্থ ফ্লাস্কের তলায় সঞ্চিত হয়। ফ্লাস্কের ভিতর অবশিষ্ট গ্যাসের ব সামান্য বাদামী দেখায়। অতিরিক্ত গ্যাস পঞ্চম নির্গম নল দিয়া বাহির হইয়া যায়। ফ্লাস্কের তলায় সঞ্চিত তৈলের মত তরল পদার্থই সলফিউরিক অ্যাসিড। ইহার প্রমাণ উক্ত তরল পদার্থের সামান্য কয়েক ফোঁটা একটি পরীক্ষানলে লইয়া পাতিত জল মিশাইয়া পরে বেরিয়াম ক্লোরাইডের দ্রবণ যোগ করিলে ভাবী সাদা অধ ক্ষেপ পাওয়া যায় এই অধক্ষেপ গাঢ় হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিডে অদ্রাব্য। লেড নাইট্রেটের দ্রবণ অল্প একটি পরীক্ষানলে লইয়া কয়েক ফোঁটা ফ্লাস্কের তরল যোগ করিলে অ্যাসিডে অদ্রাব্য লেড সলফেটের ভাবী সাদা অধ ক্ষেপ উৎপন্ন হয়।

দ্রষ্টব্য : যদি ফ্লাস্কের ভিতর ষ্টীমচালনা করা কিছু সময়ের জন্য বন্ধ করা হয় তাহা হইলে দেখা যায় যে, সাদা কেলাস ফ্লাস্কের গায়ে জমা হইয়াছে। এই সাদা

কেলাসের আণবিক সঙ্কেত  $\text{SO}_2(\text{OH})\text{NO}_2$ । এই সাদা কেলাসকে চেম্বার কেলাস (Chamber Crystals) বলে। পুনরায় ষ্টীমচালনা করিলে সাদা কেলাস বিল্লিষ্ট হইয়া অন্তর্হিত হয় এবং সলফিউরিক অ্যাসিড উৎপন্ন হয়।



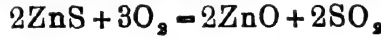
লেড চেম্বারের ভিতবেও জলের পরিমাণ কম হইলে এই সাদা কেলাস উৎপন্ন হইয়া চেম্বারের গায়ে জমা হয়। পুনরায় বেশী জল যোগ করিলেই এই সাদা কেলাস অন্তর্হিত হইয়া সলফিউরিক অ্যাসিড উৎপন্ন হয়।

চেম্বার পদ্ধতিদ্বারা সলফিউরিক অ্যাসিডের পণ্য উৎপাদন ইহার রাসায়নিক ভিত্তি পূর্বেই আলোচিত হইয়াছে। সলফার ডাই অক্সাইড নাইট্রোজেন পার অক্সাইড এবং অক্সিজেন ( বায়ু ) মিশ্রিত করিয়া জলের স স্পর্শে রাখিলেই সলফিউরিক অ্যাসিড উৎপন্ন হয়। কিন্তু এই প্রক্রিয়াদ্বারা সলফিউরিক অ্যাসিডের পণ্য উৎপাদনে যান্ত্রিক ব্যবস্থার বর্ণনা এই প্রসঙ্গে বিশেষ আলোচ্য বিষয়। এই পদ্ধতিতে সলফিউরিক অ্যাসিড প্রস্তুত করিতে নিম্নলিখিত ক্রম অনুসৃত হয় (১) সলফার বা আয়রন পাইরাইটস্ অধিক বায়ু প্রবাহে পোড়াইয়া সলফার ডাই-অক্সাইড উৎপাদন (২) নাইট্রিক অ্যাসিড উৎপাদন করিয়া অধিক উত্তাপে তাহার নাইট্রোজেন স সাধিত করিয়া নাইট্রোজেন পার অক্সাইড উৎপাদন (৩) সলফার ডাই অক্সাইডের জারণদ্বারা সলফার ট্রাই অক্সাইডের উৎপাদন এবং তাহার সহিত জলের বিক্রিয়া ঘটাইয়া সলফিউরিক অ্যাসিড উৎপাদন, (৪) অম্লঘটকের পুনরুদ্ধারের ব্যবস্থা ( গে লুসাক তত্ত্ব )।

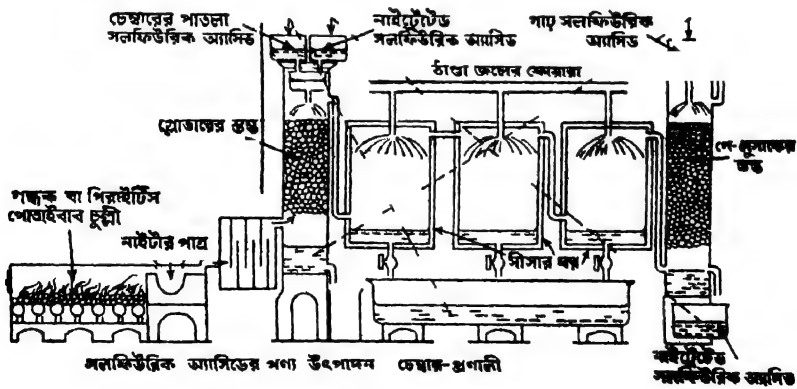
এই প্রক্রিয়াতে যে সমস্ত উপাদান অংশ গ্রহণ করে তাহারা সকলেই গ্যাসীয় পদার্থ। ইহারা ভালভাবে মিশিয়া একটি সমস্ত মিশ্রণ উৎপন্ন কবে। এই সমস্ত মিশ্রণে রাসায়নিক বিক্রিয়া ঘটিতে যথেষ্ট সময় লাগে এবং গ্যাসীয় পদার্থগুলি বিক্রিয়া বলিয়া বিক্রিয়া ঘটাইবার পাত্রের আয়তনও বৃহৎ হওয়া প্রয়োজন। তাই বৃহদায়তন লেড নির্মিত প্রকোষ্ঠ এই বিক্রিয়ার জন্য প্রয়োজন হয়। তাহার ভিতর দিয়া বাইতে গ্যাসগুলির বেশ কিছুটা সময় লাগে এবং এমনভাবে প্রকোষ্ঠগুলি সাজান হয় বাহ্যতে গ্যাসগুলির সংমিশ্রণ বেশ ভালভাবে সংঘটিত হয়। তাহাতে বিক্রিয়াটি বেশ সুষ্ঠুভাবে নিপন্ন হয়।

(১) সলফার ডাই-অক্সাইডের প্রস্তুতি : চেম্বার পদ্ধতিতে সলফিউরিক অ্যাসিড প্রস্তুত করিতে অত্যধিক পরিমাণ সলফার ডাই অক্সাইড প্রয়োজন হয়।

সেই সলফার ডাই অক্সাইড উৎপাদিত হয় আয়রন পাইরাইটিস অধিক বায়ুতে পোড়াইয়া ( in pyrites burners ) অথবা সলফার পোড়াইয়া ( in sulphur burners ) । আয়রন পাইরাইটিস (  $FeS_2$  , ইহাতে শতকরা 50 ভাগ সলফার থাকে ) অথবা সলফার পোড়াইবার জন্য অগ্নিসহ ইঁটের প্রস্তুত ( made of fire bricks ) চুল্লী ব্যবহার করা হয় । তাহার নীচের দিকে লোহার কাঁকরি লাগান থাকে । তাহার উপর আয়রন পাইরাইটিস অথবা সলফারের  $1" \times 2"$  টুকরা রাখা হয় এবং কাঁকরির নীচে অবস্থিত একসাবি দীপদ্বারা বায়ুপ্রবাহে ইহাদের পোড়াইয়া সলফার ডাই অক্সাইড উৎপন্ন করা হয় । দীপের কাঁকেব মধ্য দিয়া অতিরিক্ত বায়ু চুল্লীতে প্রবেশ করে ।  $4FeS_2 + 11O_2 = 2Fe_2O_3 + 8SO_2$  ,  $S + O_2 = SO_2$  , সময় সময় কোল গ্যাসের কাবখানায় উদ্ভূত নিশেধিত আয়রন অক্সাইড ( Spent oxide of iron of Gas Works ইহাতে শতকরা 50 ভাগ গন্ধক থাকে ) অথবা জিঙ্ক ব্লেণ্ড ( Zinc blende  $ZnS$  ইহাতে শতকরা 21 ভাগ গন্ধক থাকে ) বায়ুতে পোড়াইয়া সলফার ডাই অক্সাইড উৎপন্ন করা হয় ।



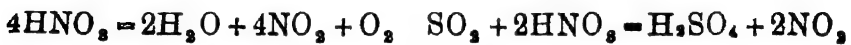
সর্বদাই উৎপন্ন সলফার ডাই অক্সাইডেব সহিত অবশিষ্ট অতিরিক্ত বায়ু ( অক্সিজেন ) মিশিয়া থাকে । এই গ্যাসমিশ্রণে শতকরা 8 ভাগ সলফার ডাই অক্সাইড শতকরা 10 ভাগ অক্সিজেন এবং বাকী শতকরা 82 ভাগ নাইট্রোজেন থাকে ।



চিত্র নং 58

(2) নাইট্রোজেন পার-অক্সাইডের উৎপাদন এবং তাহা দ্বারা সলফার ডাই অক্সাইডের জারণ উৎপন্ন সলফার ডাই অক্সাইড এবং

অতিরিক্ত বায়ু চুল্লী হইতে বাহির হইয়া পাইরাইটিস পোড়াইবার চুল্লীর উপর দিকে  
 অবস্থিত ছোট ‘নাইটার’ পাত্রে (nitre pots) উপর দিয়া প্রবাহিত হয়।  
 ‘নাইটার’ পাত্রে গাঢ় সলফিউরিক অ্যাসিড এবং চিলি সল্ট-পিটার (Chile  
 salt petre, sodium nitrate,  $\text{NaNO}_3$ ) রাখা হয়। গ্যাসমিশ্রণের উত্তাপে  
 সেখানে নাইট্রিক অ্যাসিডের বাষ্প (nitric acid vapour) উৎপন্ন হইয়া  
 থাকে এবং অধিক উষ্ণতায় এবং সলফার ডাই অক্সাইডের বিজারণ প্রক্রিয়ায়  
 নাইট্রিক অ্যাসিড বিল্লিষ্ট হইয়া নাইট্রোটেন্টজেন পার অক্সাইড দেয়।



এইভাবে উৎপন্ন নাইট্রোটেন্টজেন পার অক্সাইড গ্যাসপ্রবাহের সহিত মিশিয়া  
 যায়। এই গ্যাসমিশ্রণটি একটি ছোট খালি স্তম্ভের ভিতর দিয়া চালনা করা হয়।  
 স্তম্ভটিতে ব্যাফল প্লেট (baffle plates) লাগান থাকে। এইখানে গ্যাসমিশ্রণটি  
 আকাবাকাভাবে যাওয়াব ফলে ধূলিমুক্ত হয় এবং উত্তর উষ্ণতা কমিয়া যায়। এই  
 গ্যাসপ্রবাহ অত পর গ্লোভার স্তম্ভের নিয়ন্ত্রণ দিয়া স্তম্ভে প্রবেশ কবে।

(3) গ্লোভার স্তম্ভ (Glover tower) — এই স্তম্ভটি অ্যাসিড সহ  
 (acid proof) দ্রব্যাদ্বারা তৈয়াবী এবং বাহিরে লেডের পাত দিয়া মোড়া।  
 ইহার উপরের এবং নীচের কিছুটা অংশ বাদ দিয়া ভিতরের সমস্তটা অংশ  
 ফ্লিটের (flint) টুকরা অথবা কোয়ার্জের (quartz স্ফটিক) টুকরা দ্বারা ভর্তি  
 করিয়া দেওয়া থাকে। এই স্তম্ভটির উপরে দুইটি ট্যাঙ্ক (tank) থাকে। তাহার  
 একটিতে স্তম্ভের পবেই অবস্থিত লেড প্রকোষ্ঠে (lead chambers) উৎপন্ন নাইট্রোগাঢ়  
 সলফিউরিক অ্যাসিড (chamber acid) (65%) পাম্পের সাহায্যে ভর্তি করা  
 হয় এবং অপরটিতে গেলুম্বাক স্তম্ভের তলা হইতে প্রাপ্ত “নাইট্রোটেন্টজেন” সলফিউরিক  
 অ্যাসিড (nitrated acid) পাম্পের সাহায্যে তুলিয়া ভর্তি করা হয়। পরে ট্যাঙ্ক  
 দুইটির নীচে অবস্থিত পাইপের সাহায্যে গ্লোভার স্তম্ভের ভিতর পড়িতে দেওয়া  
 হয়। স্তম্ভের ভিতর দিয়া পড়িবার সময় এই শীতল অ্যাসিড দুইটি উষ্ণ-গামী উষ্ণ  
 গ্যাসপ্রবাহের (400 সেণ্টিগ্রেড) সহিত সংস্পর্শে আসে। ফ্লিট বা কোয়ার্জের  
 টুকরাগুলি থাকার ফলে গ্যাসগুলির ঘনিষ্ঠ মিশ্রণের সুবিধা হয়। এই স্তম্ভ ব্যবহার  
 করার ফলে নিম্নলিখিত পরিবর্তনগুলি ঘটিয়া থাকে —

(ক) অশেকাকৃত পাতলা চেদ্বারে উৎপন্ন সলফিউরিক অ্যাসিড উষ্ণতর

গ্যাসের সংস্পর্শে আসিয়া উত্তপ্ত হয় এবং সেই উত্তাপে উহার জল বাষ্পীভূত হইয়া যায় এবং শুষ্কের নীচে গাঢ়তর সলফিউরিক অ্যাসিড জমা হয়।

(খ) ‘নাইট্রেটেড’ সলফিউরিক অ্যাসিড হইতে নাইট্রোজেনের অক্সাইড অপসারিত হয় এবং গাঢ় সলফিউরিক অ্যাসিড উৎপন্ন হইয়া শুষ্কের নীচে সঞ্চিত হয়। এইখানে “নাইট্রেটেড” সলফিউরিক অ্যাসিড নাইট্রোজেন অক্সাইড মুক্ত (denitrated) হয়।  $2\text{SO}_2 \cdot \text{OH} \cdot \text{NO} + \text{H}_2\text{O} = 2\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{N}_2\text{O}_3$ ,  
 $\text{N}_2\text{O}_3 = \text{NO}_2 + \text{NO}$

(গ) গ্যাসমিশ্রণের উষ্ণতা উপরিলিখিত দুইটি প্রক্রিয়া সাধন করিতে অনেক পরিমাণে কমিয়া যায় এবং লডপ্রকোষ্ঠে প্রবেশের সময় উহার উষ্ণতা 30 হইতে 35 সেন্টিগ্রেড মাত্র হয়।

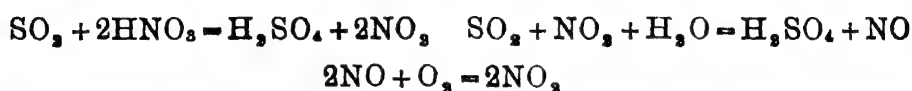
(ঘ) নাইট্রোজেন পার অক্সাইড অম্লঘটকের সাহায্যে এবং পাতলা সলফিউরিক অ্যাসিড হইতে উৎপন্ন জলীয় বাষ্পের উপস্থিতিতে এই শুষ্ক অবস্থায় তিতরেই কিছুটা সলফার ডাই অক্সাইড (প্রায় শতকরা 25 ভাগ) জারিত হইয়া সলফিউরিক অ্যাসিডে পরিণত হয়।

শুষ্কের ভিতর দিয়া আসিয়া যে সকল অ্যাসিড শুষ্কের নীচে জমা হয় তাহা শুষ্কের নীচে অবস্থিত একটি সীসার চৌবাচ্চায় সঞ্চিত করা হয়। ইহাতে শতকরা 78 ভাগ অ্যাসিড থাকে এবং ইহা ঘনত্ব 1.72। চেম্বার পদ্ধতিতে ইহা অপেক্ষা গাঢ়তর অ্যাসিড পাওয়া যায় না। ইহার পূর্ব শুষ্কের উপর দিয়া গ্যাসমিশ্রণটি বাহিব হইয়া লেড চেম্বারের নীচে অবস্থিত নলদ্বারা চেম্বারে প্রবেশ করে।

(4) লেড চেম্বার লেডের (সীসার) পাতের দ্বারা প্রস্তুত চতুষ্কোণ প্রকোষ্ঠ পূর্ব পূর্ব তিনটি বা পাঁচটি সাজাইয়া দেওয়া হয়। অগ্নি হাইড্রোজেন শিখার সাহায্যে লেড গলাইয়া কোণগুলি মুড়িয়া দেওয়া হয়। [ ইহাকে অটোজেনাস সল্ডারিং (autogenous soldering) বলে ]। এই লেড নির্মিত প্রকোষ্ঠগুলি কাঠের ফ্রেমে আঁটিয়া রাখা হয়। এই প্রকোষ্ঠগুলির ছাদের সহিত লাগানো স্ক্রু নল হইতে শীতল জলের ধারা ঝরণার আকারে প্রকোষ্ঠগুলির ভিতর বর্ষণ করা হয়। এই প্রকোষ্ঠগুলিতে এমনভাবে গ্যাস মিশ্রণের প্রবাহ চালনা করা হয় যাহাতে গ্যাসগুলি ভালভাবে মিশিতে পারে। তখন অবশিষ্ট সমস্ত সলফার ডাই অক্সাইড জারিত হইয়া সলফিউরিক অ্যাসিডে পরিণত হয় এবং উক্ত

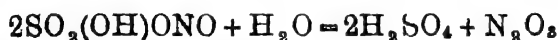
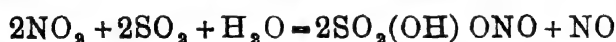


সলফিউরিক অ্যাসিড প্রকোষ্ঠগুলির মেঝেতে (floor) জমা হয়। ইহাকে চেম্বার-অ্যাসিড বলে। এই অ্যাসিডের ঘনত্ব 155 এব উহাতে শতকরা 65 ভাগ অ্যাসিড থাকে। ইহা অপেক্ষা ঘন সলফিউরিক অ্যাসিড লেড প্রকোষ্ঠে উৎপাদন করা যায় না কারণ তাহা হইলে ঘন অ্যাসিডে নাইট্রোজেনের অক্সাইড দ্রবীভূত হইবে এবং তখন লেড অ্যাসিডে গলিয়া যাইয়া চেম্বার নষ্ট করিয়া দিবে। চেম্বারের উষ্ণতা দেখিবার জন্ত প্রকোষ্ঠের দেওয়ালে থার্মোমিটার (Thermometer) লাগানো থাকে। লেড চেম্বারের ভিতর নিম্নলিখিত রাসায়নিক বিক্রিয়া গুলি ঘটিয়া থাকে —



মেঝের উপর সঞ্চিত অ্যাসিড চেম্বারের নীচে লাগানো নল দ্বারা চেম্বারের নীচে অবস্থিত একটি লেডের চৌবাচ্চায় সংগ্রহ করা হয়। সেই চৌবাচ্চা হইতে পাম্পের সাহায্যে এই অ্যাসিডকে গ্লোভার স্তম্ভের উপরে অবস্থিত ট্যাঙ্কে তুলিয়া দেওয়া হয়। পূর্বেই উল্লিখিত হইয়াছে যে গ্লোভার স্তম্ভের ভিতর দিয়া যাইয়া এই শতকরা 65 ভাগ অ্যাসিড শতকরা 78 ভাগ অ্যাসিডে ঘনীভূত হয়।

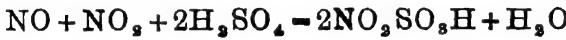
যখন জলের সরবরাহ কম পড়ে তখন চেম্বারের ভিতর চেম্বার কেলাস উৎপন্ন হয়। কিন্তু জলের পরিমাণ বাড়াইয়া দিলেই চেম্বার কেলাসগুলির জলের সহিত বিক্রিয়া ঘটে এবং সলফিউরিক অ্যাসিড উৎপন্ন হয়।



সেই কারণে চেম্বারে জল সরবরাহ একরূপভাবে করা হয় যে যাহাতে অ্যাসিড অত্যধিক পাতলা হইয়া না যায়, আবার শতকরা 68 হইতে 70 ভাগ অ্যাসিডের বেশী ঘন ঘন না হয় এবং চেম্বার কেলাসের উৎপাদন বন্ধ হয়। চেম্বারে রাসায়নিক বিক্রিয়া ঘটান পর যে গ্যাস অবশিষ্ট থাকে তাহাকে গে লুসাক স্তম্ভের নিম্নদেশে প্রবেশ করিতে দেওয়া হয়।

(৫) গে-লুসাক স্তম্ভ (Gay Lussac's tower)। এই স্তম্ভটির গঠন গ্লোভার স্তম্ভের নতই, কিন্তু ইহার ভিতরটা লেডের পাত দিয়া মোড়া থাকে। ইহা কোক কয়লার টুকরা দ্বারা ভর্তি করা থাকে। ইহার উপরে একটি ট্যাঙ্কে

গাঢ় সলফিউরিক অ্যাসিড রাখা হয়। এই গাঢ় সলফিউরিক অ্যাসিড স্তরের ভিতর অবস্থিত কোক কয়লার স্তরের ভিতর দিয়া ধীরে ধীরে নীচের দিকে প্রবাহিত করা হয়। এই স্তরের ভিতর উর্ধ্বগামী গ্যাস উক্ত গাঢ় সলফিউরিক অ্যাসিডের সহিত ভালভাবে স্পর্শে আসে এবং তাহাতে উহার নাইট্রোজেন অক্সাইডগুলি গাঢ় সলফিউরিক অ্যাসিডদ্বারা শোষিত হয় এবং নাইট্রেটেড সলফিউরিক অ্যাসিড উৎপন্ন হয়। এই নাইট্রেটেড অ্যাসিড স্তরের নীচে জমা হয় এবং সেখান হইতে পাম্পের সাহায্যে গ্লোভার স্তরের উপরে অবস্থিত দ্বিতীয় ট্যাঙ্কে তুলিয়া দেওয়া হয়।



নাইট্রোসিল সলফিউরিক অ্যাসিড

গে লুসাক স্তম্ভটি মূল্যবান অঙ্কটকের অপচয় নিবারণ করে।

(৬) গে লুসাক স্তম্ভ হইতে যে গ্যাস বাহিরে আসে তাহাকে একটি চিমনির ভিতর দিয়া বায়ুমণ্ডলীতে ছাড়িয়া দেওয়া হয়।

এই চিমনিটির কার্য হইল এই যে সমস্ত প্ল্যাণ্টেব (plant) ভিতর দিয়া গ্যাসমিশ্রণটিকে সুষ্ঠুভাবে টানিয়া লইয়া আসা।

**জটিল্য** সমস্ত প্রক্রিয়াটি গ্যাসীয় পদার্থগুলি স্বর্ধ্বে মিশ্রণের উপর নির্ভর করে। তাই প্রত্যেক স্তরেই যাহাতে গ্যাসগুলির স্বর্ধ্বে মিশ্রণ সম্ভব হয় তাহার ব্যবস্থা করা হইয়াছে। প্রথম চেম্বারে গ্যাসমিশ্রণটি চেম্বারের নীচেব দিকে অবস্থিত নলদ্বারা প্রবেশ করে এবং পবে চেম্বারের উপরে অবস্থিত নলদ্বারা বাহির হইয়া দ্বিতীয় চেম্বারের উপরের দিক দিয়া দ্বিতীয় চেম্বারে প্রবেশ কবে। এইভাবে প্রবাহিত করার ফলে গ্যাসগুলি ভালভাবে মিশিয়া থাকে এবং তাহাতে বিক্রিয়াটি সম্পূর্ণরূপে ঘটিবার সুযোগ পায়। বর্তমানে প্রত্যেক দুইটি চেম্বারের ভিতর টাওয়ার (Reaction tower) বসান হয় এবং টাওয়ারগুলির ভিতর এমনভাবে ইষ্টক সাজান থাকে যে গ্যাসগুলিকে আকা বাঁকা পথে চলিতে হয়। তাহাতে গ্যাসের স্বর্ধ্বে মিশ্রণ হইয়া থাকে। কোন কোন স্থানে চেম্বারগুলি একেবারেই ব্যবহার না করিয়া ৩টি বা ৫টি টাওয়ার মাত্র ব্যবহার করা হয় এবং টাওয়ারে জলের বরণাধারা প্রবাহিত করার ব্যবস্থা থাকে। তাহাতে টাওয়ারেই সলফিউরিক অ্যাসিড উৎপন্ন হয়। সলফিউরিক অ্যাসিডের পরীক্ষাগার-

উৎপাদন এবং পণ্য উৎপাদনের ভিতর যে পার্থক্য লক্ষিত হয় তাহা নিম্নে দেখান হইল —

### পরীক্ষাগার-প্রণালী

১। ইহাতে প্রয়োজনীয় সলফার ডাই অক্সাইড কপারেব ছিবড়ার সহিত গাঢ় সলফিউরিক অ্যাসিড উত্তপ্ত করিয়া পাওয়া যায়।

২। অম্লঘটক বা অক্সিজেন পবি বাহক নাইট্রিক অক্সাইড কপাভের ছিবড়াব উপর নাতিগাঢ় নাইট্রিক অ্যাসিড যোগ কবিয়া পাওয়া যায়।

৩। বিক্রিয়ার শেষে নাইট্রোজেন পার-অক্সাইড ফিরিয়া পাইবাব কোন ব্যবস্থা নাই।

৪। নাইট্রোজেন পার অক্সাইড ফিরিয়া পাইবাব এব পুনরায় ব্যবহার করিবার ব্যবস্থা নাই।

৫। সাধারণত এই প্রক্রিয়ায় ষ্টীম ব্যবহার করা হয়।

### পণ্য-উৎপাদন-প্রণালী

১। এই প্রণালীতে আয়রন পাইবাইটিস বা সলফার বায়ুতে পোড়াইয়া প্রয়োজনীয় সলফার ডাই অক্সাইড উৎপাদন করা হয়।

২। এই প্রণালীতে সোডিয়াম নাইট্রেট গাঢ় সলফিউরিক অ্যাসিড সহযোগে উত্তপ্ত করিয়া প্রথমে নাইট্রিক অ্যাসিড উৎপাদন করা হয় এব উত্তাপে এই নাইট্রিক অ্যাসিডের বিয়োজন হইতে নাইট্রোজেনের অক্সাইডসমূহ উৎপন্ন হয়।

৩। বিক্রিয়ার শেষে গেলুসাক স্তম্ভে নাইট্রোজেন পার অক্সাইড ফিরিয়া পাইবার ব্যবস্থা কবা হয়।

৪। ফিরিয়া পাওয়া নাইট্রোজেন পার অক্সাইড পুনরায় গ্লোভাব স্তম্ভে ব্যবহৃত হয়।

৫। সাধারণত ঠাণ্ডা জলের ঝরণা দ্বারা ব্যবহার করা হয়।

**উপলব্ধ .** চেম্বারে ষ্টীম ব্যবহার করিলে চেম্বারের স্থায়িত্ব কমিয়া আসে। ষ্টীম ব্যবহার করিলে চেম্বারগুলি 7 8 বৎসর ব্যবহার করা যায় কিন্তু ঠাণ্ডা জল ব্যবহার করিলে 13 14 বৎসর পর্যন্ত চেম্বারগুলি স্থায়ী হয়।

**চেম্বারে উৎপন্ন সলফিউরিক অ্যাসিডের গাঢ়ীকরণ (Concentration of Chamber Acid)** চেম্বার পদ্ধতিতে উৎপন্ন অ্যাসিডের সর্বাধিক গাঢ় হইল শতকরা 78 ভাগ, কিন্তু সাধারণত শতকরা 65 ভাগ অ্যাসিডই এই প্রণালীতে

উৎপন্ন হইয়া থাকে কিন্তু সীসার কড়াইএ বাষ্পীভবন দ্বারা ইহাকে শতকরা 78 ভাগ অ্যাসিডে পরিবর্তিত করা যায়। এই অ্যাসিডকে ব্রাউন অয়েল অফ ভিট্রিয়ল (Brown oil of vitriol B O V) বলে। এইরূপ গাঢ় অ্যাসিড সুপারফসফেট অফ লাইম (Superphosphate of lime) অ্যামোনিয়াম সলফেট ইত্যাদি তৈয়ারী করিতে ব্যবহৃত হইয়া থাকে। কিন্তু অস্ফাথ অনেক রাসায়নিক শিল্পে গাঢ়তম সলফিউরিক অ্যাসিডের প্রয়োজন হয়। সুতরাং চেম্বার পদ্ধতিতে উৎপন্ন অ্যাসিডকে আবণ্ড গাঢ় করা হয়। এই গাঢ়ীকরণের কয়েকটি পদ্ধতিই প্রচলিত আছে। শতকরা 78 ভাগ অ্যাসিডকে কাচ বা সিলিকানির্মিত বকযন্ত্র হইতে পাতিত করিলে শতকরা 98.5 ভাগ অ্যাসিড পাওয়া যায় কিন্তু পণ্য উৎপাদনে প্রাপ্ত এত অধিক পরিমাণ অ্যাসিডকে উচ্চ উপায়ে গাঢ়ীকরণ সম্ভব নয়। তাই কাসকেড প্রণালী (Cascade System) দ্বারা উহাকে ঘনীভূত করা হয়। এই প্রণালীতে সিলিকা অথবা ডুর আয়রন (dur iron) বা ট্যাংট আয়রন (tant iron) নামক আয়রন ও সিলিকনের মিশ্রণ দ্বারা নির্মিত ঠোঁট (Spout) যুক্ত বড় বড় খর্পর (basin) লওয়া হয় এবং উচ্চ খর্পরগুলিকে বন্ধ জায়গায় একদিকে ঢালু একটি সি ডিব ধাপে ধাপে রাখা হয়। এইভাবে বাখার ফলে উপরের খর্পরের ঠোঁট (lip) দিয়া কৌটা কৌটা অ্যাসিড নীচের খর্পরে অনায়াসে পড়ে। সকলের উপরে খর্পরে পাতলা চেম্বার অ্যাসিড আস্তে আস্তে ঢালা হয়। সি ডির নীচে কোক পোড়াইয়া খর্পরগুলিকে উত্তপ্ত করা হয় এবং উত্তপ্ত বায়ু প্রবাহ খর্পরগুলির উপর দিয়া চালনা করা হয়। অ্যাসিডের জল বাষ্পীভূত হইয়া উপিয়া যায় এবং উপরের খর্পর হইতে নাচে



চিত্র নং 59

অবস্থিত খর্পরে অ্যাসিড গাঢ় হইয়া আসিয়া পড়ে। এইভাবে শেষ খর্পরে যে অ্যাসিড আসিয়া পড়ে তাহা শতকরা 95 ভাগ অ্যাসিড। এই 95% অ্যাসিডকে ঢালাই লৌহের পাত্রে অবস্থিত 98% ফুটন্ত সলফিউরিক অ্যাসিডে যোগ করিয়া জল বাষ্পাকারে উড়াইয়া দিলে 98% অ্যাসিড পাওয়া যায়। এই পদ্ধতিতে বন্ধ স্থানে পাতলা অ্যাসিড হইতে যে বাষ্প উৎপন্ন হয় তাহাতে সলফিউরিক অ্যাসিডের

অতি সূক্ষ্ম সূক্ষ্ম বিন্দু মিশিয়া থাকে। সেই কারণে উত্তৃত বাষ্পকে একটি আবদ্ধ কক্ষে চালনা করা হয়। সেই কক্ষে 20000 হইতে 30000 ভোল্টে চার্জ করা লেড দিয়া ষোড়া ধাতব পাত ঝোলান থাকে। সলফিউরিক অ্যাসিডের সূক্ষ্ম বিন্দুগুলি সেই ধাতব পাতের উপর জমা হয় এবং একত্রিত হইয়া বড় বিন্দুতে পবিণত হয়। এইভাবে সলফিউরিক অ্যাসিডের অপচয় বন্ধ করা হয়।

**দ্রষ্টব্য** এই 98% অ্যাসিডকে 100% অ্যাসিডে পরিণত করিতে হইলে উক্ত অ্যাসিডের সহিত উপযুক্ত পরিমাণ ওলিয়াম (Oleum অথবা fuming sulphuric acid; ইহাতে সলফার ট্রাই অক্সাইড আছে এবং ইহার কথা পরবর্তী সংস্পর্শ পদ্ধতিতে বলা হইয়াছে) যোগ করিতে হয়।

কোন কোন জায়গায় একটি খুব উঁচু স্তম্ভের উপর হইতে পাতলা অ্যাসিড বরগার আকারে পড়িতে দেওয়া হয় এবং স্তম্ভের নীচে হইতে অতি উত্তপ্ত প্রোডিউসার গ্যাস চালনা করা হয়। উত্তপ্ত হওয়ার ফলে অ্যাসিডের সূক্ষ্ম কণা হইতে সহজেই জল উড়িয়া যায় এবং অ্যাসিড ঘনীভূত হয়। ঘনীভূত সলফিউরিক অ্যাসিড স্তম্ভেব নিম্নে জমা হয়। এই স্তম্ভগুলিকে গেইলার্ড স্তম্ভ (Gaillard tower) বলে।

এই পদ্ধতিতে জলের বাষ্পের সহিত অ্যাসিডের অতি সূক্ষ্ম কণা মিশিয়া থাকে এবং পূর্বে বর্ণিত উপায়ে এই কণাগুলিকে একটি স্বতন্ত্র কক্ষে ধাতব পাতের উপর জমা করিয়া বড় বিন্দুতে রূপান্তরিত করা হয়।

**চেম্বার অ্যাসিডের বিশুদ্ধীকরণ** বাজারে যে পণ্য সলফিউরিক অ্যাসিড (78% অ্যাসিড) পাওয়া যায় তাহার র বাদামী হয় এবং সেইজন্য উহাকে ব্রাউন অয়েল অফ ভিট্রিয়ল বলে। ইহাতে অনেক প্রকার অপদ্রব্য মিশ্রিত থাকে যদিও তাহাদের পরিমাণ কম। আরসেনিয়াস অক্সাইড ( $As_2O_3$ , আয়রণ পাইরাইটিস হইতে আগত) লেড সলফেট ( $PbSO_4$  চেম্বারের লেড হইতে উদ্ভূত) নাইট্রোজেনের অক্সাইড সলফার ডাই অক্সাইড জল এবং জৈব পদার্থ অন্তর্ভুক্তরূপে মিশিয়া থাকে। জৈবপদার্থ হইতে উদ্ভূত কার্বনই এই অ্যাসিডের বাদামী র এর কারণ। এই অ্যাসিড হইতে বিশুদ্ধ অ্যাসিড পাইতে হইলে উহাকে প্রথমে জল মিশাইয়া পাতলা করা হয়। তাহাতে লেড সলফেটের প্রায় সমস্তটাই অধ ক্ষিপ্ত হইয়া যায়। তৎপরে দ্রবণের মধ্য দিয়া সলফিউরেটেড হাইড্রোজেন ( $H_2S$ ) গ্যাস চালনা করা হয়। ইহাতে আর্সেনিক এবং অবশিষ্ট লেড যথাক্রমে আর্সেনিক সলফাইড ( $As_2S_3$ ) এবং লেড সলফাইড ( $PbS$ ) রূপে অধ ক্ষিপ্ত হইয়া থাকে।

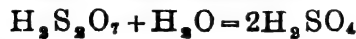
অ্যাসিড হইতে এই অধ ক্ষেপগুলি চিক্ণলেপবিহীন ( unglazed ) পোর্সিলেনের ভিতর দিয়া পোর্সিলেনের পাত্রে বাহিরে চাপ দ্বাংস করিয়া পরিশ্রাবণ সম্পাদন করিয়া পৃথক করা হয়। তাহাব পরে পরিষ্কৃতের সহিত অ্যামোনিয়াম সলফেট মিশাইয়া কাচের পাত্র বা সিলিকার পাত্র হইতে পাতিত করিয়া নাইট্রোজেনের অক্সাইড হইতে মুক্ত করা হয়।



পাতিত করার ফলে শেষের দিকে 98/ বিভক্ত অ্যাসিড পাওয়া যায়। এই অ্যাসিডের সহিত ওলিয়ম মিশাইয়া অ্যাসিডকে 10 সেক্টিগ্রেডে ঠাণ্ডা করিলে 100% বিভক্ত সলফিউরিক অ্যাসিডের কেলাস পাওয়া যায়।

**সংস্পর্শ পদ্ধতি ( Contact Process )** সংস্পর্শ পদ্ধতিব আলোচনা কবিত্তে গেলে প্রথমে ইহার রাসায়নিক তত্ত্ব আলোচনা কবা প্রয়োজন। এই পদ্ধতিতে সলফার ডাই অক্সাইডের সহিত বায়ুব অক্সিজেনের রাসায়নিক সংযোগ সংঘটিত করিয়া সলফার ট্রাই অক্সাইড উৎপন্ন কবা হয়। কিন্তু এই রাসায়নিক সংযোগ সাধাবণ অবস্থায় সংঘটিত কবা যায় না। সেই কাবণে শুষ্ক এবং বিভক্ত সলফার ডাই অক্সাইড এবং অতিবিক্ত বায়ুব মিশ্রণকে 450 সেক্টিগ্রেড উষ্ণতায় স্প্রাটিনাম যুক্ত অ্যাস্বেস্টস্ অথবা 500 সেক্টিগ্রেড উষ্ণতায় ভ্যানাডিয়াম পেন্ট অক্সাইড অমুঘটক হিসাবে ব্যবহার করিয়া উহাদের উপর দিয়া প্রবাহিত কবিয়া সলফার ট্রাই অক্সাইড উৎপাদন করা হয়।  $2SO_2 + O_2 = 2SO_3$

এইভাবে উৎপন্ন সলফার ট্রাই অক্সাইডকে শতকরা 98 ভাগ সলফিউরিক অ্যাসিডেব ( গাঢ় সলফিউরিক অ্যাসিডের ) ভিতব দিয়া অতিক্রম করা ইয়া শোষণ কবা হয় এবং তাহাতে ওলিয়াম ( oleum ) উৎপন্ন হয়।  $H_2SO_4 + SO_3 = H_2S O_7$  এই ওলিয়ামের সহিত যথোপযুক্ত পবিমাণ জল বা পাতলা সলফিউরিক অ্যাসিড যোগ করিয়া শতকরা 98 ভাগের সলফিউরিক অ্যাসিড পাওয়া যায়।



এই সহজ প্রক্রিয়া কার্যকরীভাবে প্রয়োগ করিতে হইলে কতকগুলি সর্ভ মানিয়া চলিতে হয়। নিম্নে সেইগুলি উল্লেখ করা হইল

(1) সলফার বার্নার (sulphur burners) হইতে যে সলফার ডাই অক্সাইড, অক্সিজেন এবং নাইট্রোজেনের মিশ্রণ পাওয়া যায় তাহাতে শূলিকণা আসেনিয়াস অক্সাইড (  $As_2O_3$  ) সলফাবের স্প্রাট, সলফিউরিক অ্যাসিডের স্প্রাট কবা

( ক্রাশার আকারে ) প্রভৃতি অণুদ্বি থাকে । এই অণুদ্বিগুলির উপস্থিতি অম্লঘটকের পক্ষে বিঘ্নক্রিয় করে এবং তাহাদের স্পর্শে অম্লঘটকের কর্মশক্তি একেবারে নষ্ট হইয়া যায় । সেই কারণে সলফার বার্নার হইতে প্রাপ্ত গ্যাসগুলির মিশ্রণকে এই অণুদ্বিগুলি হইতে সম্পূর্ণভাবে মুক্ত করা বিশেষ প্রয়োজন ।

(২) সলফার ডাই অক্সাইড এবং অক্সিজেনের যে বিক্রিয়া হয় তাহা উত্তমুখী এবং তাপোৎপাদক ( exothermic )  $2SO_2 + O_2 \rightleftharpoons 2SO_3 + 45\ 000$  ক্যালোরি । সেই কারণে উত্তাপ বৃদ্ধির সঙ্গে সঙ্গে সলফার ট্রাই অক্সাইড ভাঙ্গিয়া যায় এবং সলফার ডাই অক্সাইডে পরিণত হয় তাই উৎপন্ন গ্যাসে সলফার ট্রাই অক্সাইডের পরিমাণ কমিয়া যায় । তাই যত কম উষ্ণতায় সম্ভব বিক্রিয়াটি নিষ্পন্ন করিতে চেষ্টা করা হয় । কিন্তু উত্তাপ কম প্রয়োগ করিলে প্রক্রিয়াটিতে অনেক সময় লাগে । সেই কাবণে এমন একটি উষ্ণতায় বিক্রিয়াটি নিষ্পন্ন করা হয় যেখানে পরস্পরবিবোধী ফলের সামঞ্জস্য বক্ষা হয় এবং কম সময়ে বেশী সলফার ট্রাই অক্সাইড উৎপন্ন হয় । পণ্য উৎপাদনে কম সময়ে বেশী মাল উৎপাদনই লক্ষ্য । প্লাটিনাম অম্লঘটকের উপস্থিতিতে 450 সেন্টিগ্রেড উষ্ণতাই বিশেষ সুবিধাজনক দেখা যায় । এই উষ্ণতাকে সর্বোত্তম উষ্ণতা ( optimum temperature ) বলে । প্লাটিনাম অম্লঘটকের উষ্ণতা যাহাত ইহাব উপর না উঠে তাহার জন্য বিদ্যুৎদ্বীকৃত শীতল গ্যাসসমূহের মিশ্রণের সাহায্যে অম্লঘটককে ঠাণ্ডা করা হয় ।

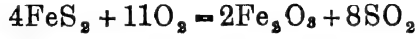
(৩) অতিবিক্ত অক্সিজেনের উপস্থিতিতে  $2SO_2 + O_2 = 2SO_3$  এই বিক্রিয়াটি সম্পূর্ণরূপে সমাপ্ত হইবার সম্ভাবনা থাকে । এই অতিবিক্ত অক্সিজেন সলফার বার্নার অতিরিক্ত বায়ুতে সলফার পোড়াইয়া যে গ্যাসমিশ্রণটি পাওয়া যায় তাহাতেই থাকে কাবণ ঐ গ্যাসমিশ্রণ সাধারণত শতকরা 7 ভাগ সলফার ডাই অক্সাইড, 10.4 ভাগ অক্সিজেন বাকীটা নাইট্রোজেন থাকে । মিশ্রণের শতকরা 7 ভাগ সলফার ডাই অক্সাইডকে সলফার ট্রাই অক্সাইডে পরিণত করিতে উপরে লিখিত সমীকরণ অনুসারে মিশ্রণে শতকরা 4 ভাগ অক্সিজেন থাকিলেই যথেষ্ট হয় ।

(৪) অতি সামান্য সলফার ট্রাই অক্সাইড জলে শোষিত হয় । তাহার কারণ জলের ভিতর সলফার ট্রাই অক্সাইড চালনা করিলে এত বেশী উত্তাপ উদ্ভূত হয় যে, সলফার ট্রাই অক্সাইড সাদা ক্রাশার আকারে বাহির হইয়া যায় । সুতরাং সলফার ট্রাই অক্সাইডের শোষণ শতকরা 98 ভাগ সলফিউরিক অ্যাসিডদ্বারা সংঘটিত করা হয় ।

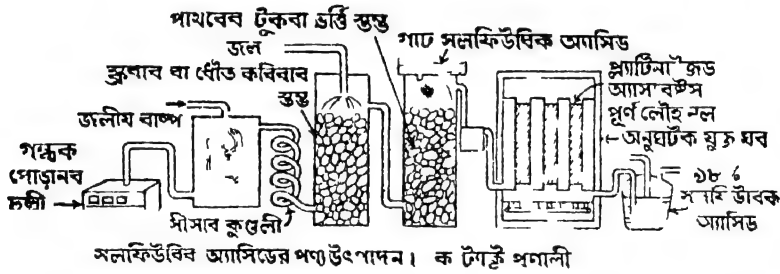
উপবে লিখিত সর্তাধুয়ারী নিম্নলিখিত ক্রীম অহুসারে এই পদ্ধতি প্রয়োগ করা হয় ।

### (1) বার্গার

আয়রন পাইরাইটসকে ( $\text{FeS}_2$ ) অথবা সলফারকে চুল্লীতে অতিবিক্ত বায়ু প্রবাহে পোড়াইয়া সলফার ডাই অক্সাইড ও অক্সিজেনেব মিশ্রণ উৎপাদন করা হয় ।



(2) বিশোধক ( Purifier ) (i) এই গ্যাস মিশ্রণকে প্রথমে ধূলিকণা ও আর্সেনিয়াস অক্সাইড হইতে মুক্ত করিবার জন্য একটি প্রকোষ্ঠে চালনা করা হয় । এই প্রকোষ্ঠটিকে ধূলিপ্রকোষ্ঠ ( dust chamber ) বলে । এই প্রকোষ্ঠে ষ্টীম প্রবেশ করান হয় । এই ষ্টীম কঠিন ভাসমান ধূলিকণা ও আর্সেনিয়াস অক্সাইডের উপব জমা হইয়া উহাদিগকে ভাবি করিয়া তোলে এবং তাহার ফলে উহার প্রকোষ্ঠের তলায় জমা হয় । (ii) পবে এই গ্যাসমিশ্রণটিকে একটি সীসার ( লেডের ) কুণ্ডলীনলের ( lead pipes ) মধ্য দিয়া লওয়া হয় এবং তাহার ফলে গ্যাসমিশ্রণের উত্তাপ কমিয়া যায় । (iii) গ্যাসমিশ্রণটি পরে একটি পাথরের



চিত্র ন 60

টুকরাভর্তি স্তম্ভেব নিম্নদেশে প্রবেশ করান হয় এবং স্তম্ভেব উপব হইতে জলের ঝরণাধারা প্রবাহিত করা হয় । ইহাতে গ্যাসমিশ্রণের দ্রাব্য অন্তর্দ্বিগুলি সম্পূর্ণরূপে চলিয়া যায় । গ্যাসমিশ্রণটি ইহাতে আর্দ্র অবস্থায় আসে । (iv) তৎপরে গ্যাসমিশ্রণটিকে অন্য একটি স্তম্ভের তলদেশে প্রবেশ করান হয় । এই স্তম্ভটিও অ্যাসিড অভেদ্য পাথরের কুচিধারা ভর্তি করা থাকে এবং ইহার উপর হইতে গ্যাস সলফিউরিক অ্যাসিড স্তম্ভের ভিতর পড়িতে দেওয়া হয় । ইহাতে গ্যাসমিশ্রণের দ্রাব্য যে জলীয় বাষ্প প্রথম স্তম্ভ হইতে বাহির হইবার সময় মিশিয়া যায় তাহা গ্যাস সলফিউরিক অ্যাসিডধারা শোষিত হয় এবং গ্যাসমিশ্রণটি শুষ্ক হয় ।

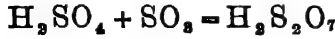


(৩) এইভাবে বিভক্ত করা হইলে গ্যাসমিশ্রণটি স্বচ্ছ এবং কুশাশ্রমুক্ত হয়। গ্যাস মিশ্রণটির স্বচ্ছতা দেখিবার জন্য উভয় দিকে কাচযুক্ত একটি বাস্তের ভিতর প্রবেশ করাইয়া তীব্র আলোকবশ্মি ফেলিয়া ইহাকে পরীক্ষা করা হয়। এই বাস্তটিকে টিনডেল বাক্স (Tyndal box) বলে।

(৩) **সংস্পর্শ চুল্লী (Contact Furnace or Converter)** এইরূপে বিভক্তীকৃত গ্যাসমিশ্রণকে সংস্পর্শ চুল্লীর তলদেশ দিয়া ভিতরে প্রবেশ করান হয়। এই সংস্পর্শ চুল্লীতে কয়েকটি লোহাব দীর্ঘ নলে সচ্ছিন্ন থাকের উপর স্তম্ভ প্রাটিনাম যুক্ত অ্যাস্বেস্টোস (Platinised asbestos) [ইহা অ্যাস্বেস্টোসকে প্রাটিনিক ক্লোরাইডের ( $PtCl_4$ ) দ্রবণে ডুবাইয়া পরে উত্তাপ প্রয়োগে প্রাটিনিক ক্লোরাইডকে বিস্মিষ্ট করিয়া স্তম্ভ কণাভাবে অ্যাস্বেস্টোসের উপর প্রাটিনাম জমা করিয়া তৈয়ারী করা হয়] রাখা হয়। লৌহের নলগুলি এমনভাবে বসান থাকে যে, শীতল গ্যাস মিশ্রণটি উক্ত নলগুলির বাহির দিয়া নলের চাবি পার্শ্বে প্রবাহিত হয় এবং পরে উপরে উঠিয়া নলের ভিতর উপর দিয়া প্রবেশ করে এবং অল্পটেকের মধ্য দিয়া নীচে নামে। নলের নিম্নেব মুখগুলি গ্যাসমিশ্রণের প্রবেশের পথ হইতে বিচ্ছিন্ন করা থাকে। এই নিম্নের মুখগুলি দিয়া উৎপন্ন সলফার ট্রাই অক্সাইড বাহির হইয়া আসে। প্রথম বিক্রিয়া আরম্ভ করিবার জন্য চুল্লীর নিম্নে অবস্থিত আটটির আকারে স্থাপিত দীপগুলি জ্বালিয়া চুল্লীকে  $400 - 450^\circ$  সেন্টিগ্রেড উষ্ণতায় উত্তপ্ত করা হয়। পরে সলফার ডাই অক্সাইডের সলফার ট্রাই অক্সাইডে রূপান্তরিত হইবার সময় প্রভূত তাপ উদ্ভূত হয়। সেই কারণে চুল্লীর তাপমাত্রা ক্রমশ বৃদ্ধির দিকে যাইতে থাকে কিন্তু লৌহনলগুলির বাহিরে উৎসর্গামী শীতল গ্যাসমিশ্রণের সহিত নলের ভিতর উদ্ভূত সলফার ট্রাই অক্সাইডের তাপ বিনিময় হয়। ফলে নলের বাহিরের শীতল গ্যাসমিশ্রণ নলে ঢুকিবার পূর্বেই উষ্ণ হয় এবং ভিতরের গ্যাস একটু শীতল হয়। গ্যাসমিশ্রণের প্রবাহ এক্রপভাবে নিয়ন্ত্রিত করা হয় যে, চুল্লীর উষ্ণতা  $450^\circ$  সেন্টিগ্রেডের উপরে না উঠে। এই অবস্থায় শৌছিলে বাহির হইতে তাপ দেওয়া আর প্রয়োজন হয় না এবং দীপগুলি নিবাইয়া দেওয়া হয়। জারণ বিক্রিয়াটি তখন স্বত্বেভাবে নিশ্চয় হইতে থাকে।

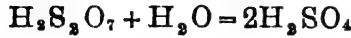
(৪) **শোষকপাত্র (Absorber) :** উৎপন্ন সলফার ট্রাই-অক্সাইডকে ঠাণ্ডা করিয়া একটি লৌহপাত্রে অবস্থিত শতকরা ৯৪ ভাগ সলফিউরিক অ্যাসিডের ভিতর দিয়া অতিক্রম করান হয়। ঠাণ্ডাতে গুলিয়ম উৎপন্ন হয়। লৌহ পাত্রে জল বা

পাতলা সলফিউরিক অ্যাসিড বাহির হইতে এক্রপ পরিমাণে যোগ করিয়া হয় যাহাতে সকল সময়েই সলফিউরিক অ্যাসিডের পরিমাণ শতকরা 98 ভাগে বর্ভক্ষণ থাকে।



ধূমায়মান ( fuming ) সলফিউরিক অ্যাসিড

বা ওডহাউসেন সলফিউরিক অ্যাসিড



এই পদ্ধতিতে প্লাটিনামঘটিত অ্যাস্বেস্টস্ অম্বটক ব্যবহাব করিয়া জামসেদপুবে টাটা কোম্পানী তাহাদের নিজেদেব ব্যবহারেব জন্ত ঘন সলফিউরিক অ্যাসিড উৎপাদন ভাবে প্রথম প্রবর্তন কবেন। পরে ডিগবয়ে পেট্রোলিয়াম কোম্পানি তাহাদেব নিজেদেব ব্যবহারেব জন্ত এই উপায়ে সলফিউরিক অ্যাসিড প্রযোজনমত তৈয়ারী করেন। অধুনা বেঙ্গল কেমিক্যাল এব ফার্মাসিউটিক্যাল কোম্পানি তাহাদের পানিহাটির কারখানায় নিম্নলিখিত উপায়ে ভ্যানাডিয়াম পেণ্ট অক্সাইড অম্বটক হিসাবে ব্যবহাব কবিয়া এই পদ্ধতিতে ঘন সলফিউরিক অ্যাসিড উৎপাদন কবিতোছন। পদ্ধতিটি নিম্নলিখিতভাবে চালনা করা হয় —

একটি চৌবাচ্চায় সলফার রাখিয়া তাহাক্ত অগ্নিস যোগ করা হয়। সামান্য মাত্র সলফার পুড়িয়া যে উত্তাপ উদ্ভূত হয় তাহাতে বাকী সলফার গলিয়া যায়। এই তরল সলফারকে কেশ নলের ( Capillary tubes ) ভিতর দিয়া বার্নারে লওয়া হয়। এইভাবে সলফারকে খড়কুটা এব মাটি হইতে পৃথক করিয়া পোড়ানো হয়। বার্নারে অতিরিক্ত বায়ুপ্রবেশেব ব্যবস্থা থাকে। এই সলফার পোড়াইয়া যে গ্যাসের মিশ্রণ পাওয়া যায় তাহা প্রায় বিশুদ্ধ সলফার ডাই অক্সাইড ( 7% ) অক্সিজেন ( 10 4/ ) এব নাইট্রোজেনের ( 82 6/ ) মিশ্রণ। এই গ্যাসমিশ্রণটিকে একটি প্রকোষ্ঠে সেলফের উপর প্লেটে করিয়া রাখা ভ্যানাডিয়াম পেণ্ট অক্সাইডের ( সিলিকার দানার দ্বারা অ্যামোনিয়াম ভ্যানাডেটের দ্রবণ শোষণ করিয়া পবে উত্তাপপ্রয়োগে অ্যামোনিয়াম ভ্যানাডেটকে ভাঙ্গিয়া ভ্যানাডিয়াম পেণ্ট অক্সাইড অম্বটক তৈয়ারী করা হয় ) উপর দিয়া চালনা করা হয়। ভ্যানাডিয়াম পেণ্ট-অক্সাইডকে 500 সেন্টিগ্রেড উষ্ণতায় উত্তপ্ত করা হয়। উৎপন্ন সলফার ট্রাই অক্সাইডকে আঁকাবঁকা লেডনির্মিত নলের ( Lead pipes ) ভিতর দিয়া চালনা

করা হয় এবং নলগুলির বাহিরে শীতল জলের দ্বারা প্রবাহিত করিয়া ঠাণ্ডা করা হয়। পরে শীতল দলকার টাই অক্সাইডকে ঘন সলফিউরিক অ্যাসিডে (98/ ) শোধন করিয়া পরিমিত জল যোগ করিয়া 98/ সলফিউরিক উৎপন্ন করা হয়।

## চেষ্টাব ও স্পর্শ পদ্ধতির তুলনা

### চেষ্টাব পদ্ধতি

1 চেষ্টাব পদ্ধতিতে পাতলা সলফিউরিক অ্যাসিড উৎপন্ন হয়। এই অ্যাসিডে শতকরা 65 হইতে 18 ভাগ প্রকৃত সলফিউরিক অ্যাসিড থাকে

2 এই পদ্ধতিতে উৎপন্ন অ্যাসিডে নানাপ্রকার অপদ্রব্য মিশ্রিত থাকে। অণুদ্বিগুলির মধ্যে আসেনিক বিশেষ ভাবে উল্লেখযোগ্য।

3 এই পদ্ধতিতে উৎপন্ন অ্যাসিড বিত্ত্ব করিয়া ঘন করা ব্যয়সাধ্য।

4 সলফার ডাই অক্সাইড সম্পূর্ণ রূপে ব্যবহৃত হয় না।

5 এই পদ্ধতিতে সলফিউরিক অ্যাসিড উৎপাদনে প্রাথমিক ব্যয় অনেক কম।

### স্পর্শ পদ্ধতি

1 স্পর্শ পদ্ধতিতে ঘন সলফিউরিক অ্যাসিড উৎপন্ন হয়। এই অ্যাসিডে শতকরা 98 ভাগ প্রকৃত সলফিউরিক অ্যাসিড থাকে। সময় সময় এই পদ্ধতিতে 100% বিত্ত্ব সলফিউরিক অ্যাসিডও প্রস্তুত করা হয়।

2 এই পদ্ধতিতে উৎপন্ন অ্যাসিড বিত্ত্ব

3 বিত্ত্ব করা বা ঘন করা প্রয়োজন হয় না।

4 সলফার ডাই অক্সাইড সম্পূর্ণ রূপে কাজে লাগে।

5 এই পদ্ধতিতে সলফিউরিক অ্যাসিড উৎপাদনে প্রাথমিক ব্যয় অনেক বেশী কারণ প্লাটিনামঘটিত অহুঘটকের দাম অনেক।

চেষ্টার পদ্ধতিতে উৎপন্ন পাতলা অ্যাসিড “সুপার কনসেন্ট্রেশন” নামক সার উৎপাদনে (পৃ ১৭ দেখ) অ্যামোনিয়াম সলফেট সল্ট কেক (Salt cake) ক’ সোডিয়াম সলফেট এবং ফটিকরি (alum) প্রস্তুতে ব্যবহৃত হয়। স স্পর্শ পদ্ধতিতে উৎপন্ন বিশুদ্ধ অ্যাসিড পেট্রোলিয়াম শোধনের কাজে র ঔষুধ এবং বিস্ফোরক তৈয়ারী করার জন্য এবং কৃত্রিম খাদ্যদ্রব্য উৎপাদনে ব্যবহৃত হয়।

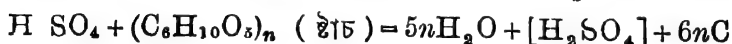
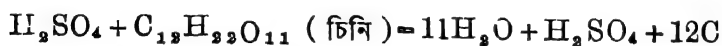
যদিও স স্পর্শ পদ্ধতিতে একেবারেই ঘ- এবং বিশুদ্ধ সলফিউরিক অ্যাসিড পাওয়া যায় তাহা হইলেও চেষ্টার পদ্ধতি সর্বদেই এখনও সমানভাবে প্রচলিত আছে। ইহার কারণ সমগ্র পৃথিবীর বাজারের পাতলা সলফিউরিক অ্যাসিডের চাহিদা ঘন সলফিউরিক অ্যাসিডের চাহিদা অপেক্ষা অনেক বেশী। আব চেষ্টার পদ্ধতিতে অনেক কম খরচে পাতলা সলফিউরিক অ্যাসিড উৎপন্ন হয়। স স্পর্শ পদ্ধতিতে ঘন সলফিউরিক অ্যাসিড উৎপাদন কবিয়া তাহাতে প্রয়োজনমত জল মিশাইয়া পাতলা কবিত্তে চেষ্টাব পদ্ধতিতে পাতলা সলফিউরিক অ্যাসিড উৎপাদন অপেক্ষা অনেক বেশী খরচ হয়। তাই চেষ্টাব পদ্ধতি আজও ঠিক মত চলিতেছে। বেঙ্গল কেমিক্যালের তাই আজও চেষ্টাব পদ্ধতি ও স স্পর্শ পদ্ধতি এই দুই পদ্ধতিতেই সলফিউরিক অ্যাসিড উৎপাদিত হইতেছে।

**সলফিউরিক অ্যাসিডের ধর্ম** বিশুদ্ধ সলফিউরিক অ্যাসিড একটি বর্ণহীন গন্ধহীন জল অপেক্ষা ভারী তৈলাক্ত তবল পদার্থ। ইহার আপেক্ষিক গুরুত্ব 1.8। 10.4 সেন্টিগ্রেড উষ্ণতায় বিশুদ্ধ সলফিউরিক অ্যাসিড সাদা স্ফটিকে পরিণত হয় এবং স্ফটিকগুলি 10.4 সেন্টিগ্রেড উষ্ণতায় গলে। তাই সলফিউরিক অ্যাসিডের হিমাঙ্ক 10.4 সেন্টিগ্রেড। শতকরা 98.33 ভাগ সলফিউরিক অ্যাসিডের স্ফুটনাঙ্ক 338 সেন্টিগ্রেড বিশুদ্ধ সলফিউরিক অ্যাসিড (100%) উত্তপ্ত কবিলে প্রথমে সলফার ট্রাই অক্সাইড উড়িয়া গিয়া 336 সেন্টিগ্রেড উষ্ণতায় 98.33/ সলফিউরিক অ্যাসিড বাষ্পাকারে বাহির হইয়া আসে এবং উক্ত বাষ্পকে শীতল করিলে 98.33/ সলফিউরিক অ্যাসিড পাওয়া যায়। এই 98.33/ সলফিউরিক অ্যাসিড একটি নিত্য স্ফুটনাঙ্ক মিশ্রণ (Constant boiling mixture)।

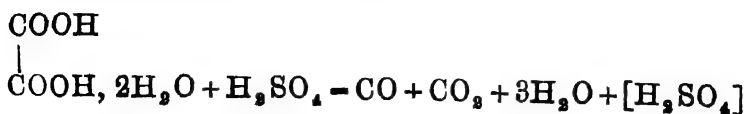
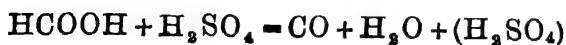
সলফিউরিক অ্যাসিড জলের সহিত যে কোন অনুপাতে মিশিয়া থাকে, জলের সহিত মিশিবার সময় প্রভূত তাপ উদ্ভূত হয় এবং মিশ্রণের আয়তন কমিয়া যায়। গাঢ় সলফিউরিক অ্যাসিডে সামান্য একটু জল দিলে উদ্ভূত তাপে জল ষ্টীমে পরিণত হয় এবং আকস্মিক প্রসারণের ফলে প্রবলবেগে অ্যাসিড চারিদিকে ছিটকাইয়া

পড়ে। তাই সলফিউরিক অ্যাসিডের মধ্যে জল ঢালিতে নাই। গাঢ় অ্যাসিডকে পাতলা করিতে হইলে জলের মধ্যে অল্প অল্প করিয়া অ্যাসিড যোগ করিয়া নাড়িতে হয়। জলের মধ্যে সলফিউরিক অ্যাসিড ঢালিলেও তাপ উদ্ভূত হয়, কিন্তু এই তাপমাত্রা অপেক্ষাকৃত কম। এই তাপ উদ্ভূত হইবার কারণ সলফিউরিক অ্যাসিডের সহিত জলের যোগ উৎপন্ন হয় যথা  $H_2SO_4, H_2O \rightarrow H_2SO_4 \cdot 2H_2O$   $H_2SO_4, 4H_2O$  এই হাইড্রেটগুলি গঠিত হয়।

জলের প্রতি সলফিউরিক অ্যাসিডের গভীর আসক্তি দেখিতে পাওয়া যায়। গাঢ় সলফিউরিক অ্যাসিড সর্বদাই জলীয় বাষ্প শোষণ কবে। একটি বাকাবে কিছুটা গাঢ় সলফিউরিক অ্যাসিড লইয়া বাতাসে বাথিয়া দিলে বায়ু হইতে জলীয় বাষ্প শোষণ করিয়া ক্রমশঃ অ্যাসিডটি পাতলা অবস্থায় আসে এবং উহা ব ওজন বৃদ্ধি পায়। ইহা এই জলীয় বাষ্প শোষণ করাব ক্ষমতা উপরই শোষণকাধারে ইহাব ব্যবহার। এইজন্যই গাঢ় সলফিউরিক অ্যাসিডের মধ্য দিয়া অতিক্রম কবাইয়া অনেক গ্যাসই গুচ্ছ কবা হয় (যথা— $O_2, N_2, H_2, Cl_2, SO_2$  প্রভৃতি, কিন্তু  $NH_3$  নহে)। গাঢ় সলফিউরিক অ্যাসিডের জলাকর্ষী গুণ যে এইভাবে গ্যাসের গুচ্ছতা সম্পাদন কবে তাহা নহে। অনেক সময় ইহা জৈব পদার্থের অণু হইতে জলোৎপাদক মৌলগুলি (যথা—ছাই অণু হাইড্রোজেনের সহিত এক অণু অক্সিজেন এই অম্লপাতে) আকষণ করিয়া লইয়া উহাদিগকে বিয়োজিত করে। চিনিতে ষ্টার্চে (শ্বেতসাব) কাগজে বা কাঠে গাঢ় সলফিউরিক অ্যাসিড যোগ কবিলে উহাবা কার্বনে পবিণত হইয়া কালো হইয়া যায়।



কৃত্রিম অ্যাসিড ও অক্স্যালিক অ্যাসিড হইতেও এইভাবে জলের উপাদান উদ্ভূত গাঢ় সলফিউরিক অ্যাসিড দ্বারা শোষিত হয় এবং যথাক্রমে কার্বন মনোক্সাইড এবং কার্বন ডাই অক্সাইডের সহিত কার্বন মনোক্সাইডের মিশ্রণ পাওয়া যায়।



অ্যালকোহল হইতে অম্লরূপভাবে ইথিলিন উৎপন্ন হয়।



গাঢ় সলফিউরিক অ্যাসিডের এই ধর্ম পরীক্ষামূলকভাবে নিম্নলিখিত উপায়ে দেখানো যায়। একটি বীকাবে চিনির ঘন দ্রবণ প্রস্তুত করিয়া উহাকে সামান্য উত্তপ্ত করা হয়। তাহার পব উহাতে গাঢ় সলফিউরিক অ্যাসিড যোগ কবিলে সমস্ত দ্রব কালো হইয়া উথলিয়া উঠে। চিনি হইতে বিঃদ্র কার্বন তৈয়ারীর প্রণালীর ভিতর ইহা বর্ণিত হইয়াছে (পৃ ১২ দেখ)। তীব্রভাবে উত্তপ্ত করিলে গাঢ় সলফিউরিক অ্যাসিড বিয়োজিত হইয়া সলফার ডাই অক্সাইড জলীয় বাষ্প এবং অক্সিজেন দেয়।

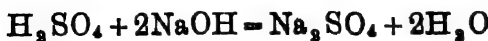


লোহিত তপ্ত সিলিকানলের ভিতর দিয়া সলফিউরিক অ্যাসিডের বাষ্প পরিচালনা করিলে অথবা সিলিকা নির্মিত ফ্লাস্কের মুখে কর্ক লাগাইয়া কর্কের ভিতর দিয়া বিন্দু পাতন ফানেল সম যুক্ত কবিয়া ফ্লাস্কের ভিতর ঝামা পাথরের (Pumice stone) টুকরা বাখিয়া উহাকে লোহিত তপ্ত কবিয়া বিন্দুপাতন ফানেল হইতে ফোঁটা ফোঁটা কবিয়া গাঢ় সলফিউরিক অ্যাসিড ফেলিলে উপরে লিখিত সমীকরণ অনুসারে সলফিউরিক অ্যাসিডের বিয়োজন ঘটিয়া থাকে। উদ্ধৃত গ্যাসকে জলের উপর গ্যাসজাবে সম গ্রহ করিলে সলফার ডাই অক্সাইড জলে দ্রবীভূত হইয়া যায় এবং একমাত্র অক্সিজেন গ্যাসজারে সঞ্চিত হয়। গ্যাসটি যে অক্সিজেন তাহা অর্ধ অলস পাকাটি নামাইয়া দিয়া তাহার সমধিক উজ্জ্বলন এবং ফারাস পাইরোগ্যালোট দ্বারা ইহার শোষণ হইতে বুঝা যায়। এই পরীক্ষা দ্বারা সলফিউরিক অ্যাসিডে যে অক্সিজেন আছে তাহা প্রমাণ করা যায়।

সলফিউরিক অ্যাসিড একটি তীব্র দ্বি ক্ষারিক (dibasic) অ্যাসিড। ইহার জলীয় দ্রবণ নীল লিটমাসকে লাল করে। ইহা ক্ষারপদার্থের সহিত বিক্রিয়া দ্বারা দুই প্রকার লবণ গঠন করে এবং জল উৎপাদন করে। একটি হইল শমিত লবণ (neutral বা normal salt) এবং অত্রটি অ্যাসিড লবণ (acid salt)।

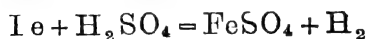
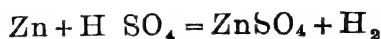


অ্যাসিড সোডিয়াম সলফেট বা সোডিয়াম বাই সলফেট

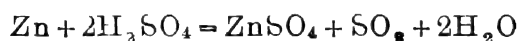
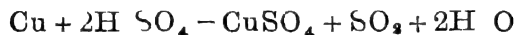
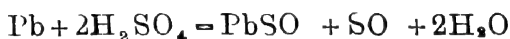


সোডিয়াম সলফেট

ধাতুর দ্বাৰাও সলফিউরিক অ্যাসিডেব হাইড্রোজেন প্রতিস্থাপিত করা যায়। পাতলা সলফিউরিক অ্যাসিড সোডিয়াম পটাসিয়াম, ক্যালসিয়াম অ্যালুমিনিয়াম ম্যাঙ্গানিজ লেড আয়ৰণ জিঙ্ক ম্যাগনেসিয়াম এই সমস্ত ধাতুর সহিত ক্রিয়া করিয়া হাইড্রোজেন গ্যাস উৎপন্ন করে এবং সেই সঙ্গে ধাতব লবণ গঠন করে।

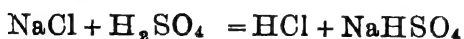
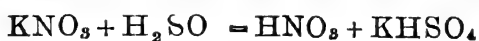


গাঢ় ঠাণ্ডা সলফিউরিক অ্যাসিডেব লেড টিন জিঙ্ক মার্কানি বা আয়রনের উপর কোন ক্রিয়া নাই কিন্তু উত্তাপ প্রয়োগ কবিলে প্রায় সকল ধাতুব সহিতই গাঢ় সলফিউরিক অ্যাসিড ক্রিয়া কবিয়া সলফার ডাই অক্সাইড জল এবং ধাতব লবণ দিয়া থাকে।

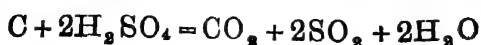


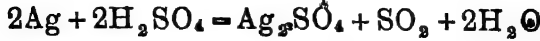
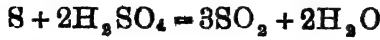
গোল্ড, প্লাটিনাম এবং রোডিয়াম (Rhodium) ধাতুব উপর কোন অবস্থাতেই সলফিউরিক অ্যাসিডেব কোন ক্রিয়া হয় না।

সলফিউরিক অ্যাসিডের ক্ষুটনাক অনেক উচ্চে এবং সেই কারণে ইহা অতি কম উদ্বায়ী। সেই কারণে সহজে উদ্বায়ী অ্যাসিডেব লবণ গাঢ় সলফিউরিক অ্যাসিডেব সহিত উত্তপ্ত করিলে উদ্বায়ী অ্যাসিড মুক্ত হয় যথা—নাইট্রেট হইবে নাইট্রিক অ্যাসিড ক্লোরাইড হইতে হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড।



গাঢ় সলফিউরিক অ্যাসিড একটি জারক। কার্বন, সলফার প্রভৃতি অধাতব মৌল এবং কপার সিলভার জিঙ্ক প্রভৃতি ধাতব মৌল গাঢ় সলফিউরিক অ্যাসিডেব সহিত উত্তপ্ত কবিলে উহা জারিত হয় এবং সলফিউরিক অ্যাসিড বিজারিত হইয় সলফার ডাই অক্সাইডে পরিণত হয়।

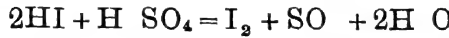
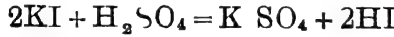
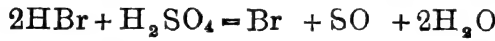




সিলভারের জারণ হইতে

উৎপন্ন সিলভার সলফেট

পটাসিয়াম ব্রোমাইড এবং পটাসিয়াম আয়োডাইডে গাঢ় সলফিউরিক অ্যাসিড যোগ করিলে ব্রোমাইড ও আয়োডাইড জাবিত হইয়া ব্রোমিন এবং আয়োডিন উৎপন্ন হয়।



### সলফিউরিক অ্যাসিডের ব্যবহার

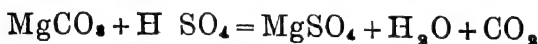
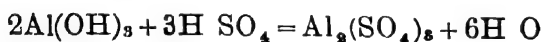
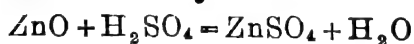
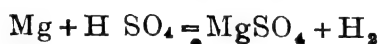
সলফিউরিক অ্যাসিড অসংখ্য রসায়ন শিল্পে ব্যবহৃত হয়। বলা যাইতে পারে যে এমন কোন বসায়নশিল্প নাই যাহাতে প্রত্যক্ষভাবে অথবা পৰোক্ষভাবে সলফিউরিক অ্যাসিড ব্যবহৃত না হয়। হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড নাইট্রিক অ্যাসিড এবং অক্সালিক অ্যাসিড উৎপাদনে (যথা—অক্সালিক হইতে ফসফোরিক অ্যাসিড) ইহার ব্যবহার হইয়া থাকে। ফসফোরাস এবং সোডিয়াম কার্বনে উৎপাদনে পৰোক্ষভাবে ইহা ব্যবহৃত হইয়া থাকে। কৃত্রিমসার, যথা—সুপারফসফেট অ্যামোনিয়াম সলফেট প্রভৃতির পণ্য উৎপাদনে সলফিউরিক অ্যাসিড প্রয়োজন হয়। অ্যালুম (ফটকিবি) অক্সাল ধাতব সলফেট ষ্টার্ট, গ্লুকোজ (Glucose,  $C_6H_{12}O_6$ ), ঈথার, ব. [যথা—নীল (indigo)] বিশ্লেষক (যথা—নাইট্রোগ্লিসারিন গান কটন ট্রাই নাইট্রোটোলুইন ইত্যাদি), রঞ্জক (pigment) প্রভৃতি প্রস্তুত করিতে সলফিউরিক অ্যাসিড প্রয়োজন হয়। পেট্রোলিয়াম শোধনে বিরঞ্জন প্রক্রিয়ায় সঞ্চয়ন কোষ (Lead accumulator) নির্মাণে লৌহের উপর দস্তা লেপন প্রক্রিয়ায় লৌহের মরিচা অপসারণ করিতে সলফিউরিক অ্যাসিড (ঘন এবং পাতলা উভয় প্রকার অ্যাসিডই) প্রয়োজনানুসারে ব্যবহৃত হইয়া থাকে। পরীক্ষাগারে ঘন সলফিউরিক অ্যাসিড গ্যাস তুল্য করিতে, কার্বন মনোক্সাইড প্রস্তুত করিতে এবং বিকারক (reagent) হিসাবে ব্যবহৃত হয়। পাতলা সলফিউরিক অ্যাসিড বিকারকরূপে ব্যবহৃত হইয়া থাকে।



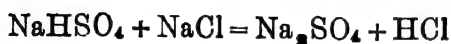
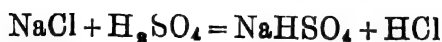
বাজারে ঘন সলফিউরিক অ্যাসিড পাথরের বোতলে করিয়া রাখিয়া বিক্রয় করা হয়। এই বোতলের মুখে পাথরের ছিপি লাগানো থাকে।

**সলফেট লবণ** সলফিউরিক অ্যাসিডের লবণকে সলফেট বলে। সলফিউরিক অ্যাসিডে দুইটি প্রতিস্থাপনীয় (replaceable) হাইড্রোজেন পবমাণু বর্তমান। তাই সলফিউরিক অ্যাসিডে প্রথমত একটি হাইড্রোজেন পরমাণু ধাতু দ্বারা প্রতিস্থাপন করিয়া অ্যাসিড বা বাই লবণ পাওয়া যায়, যথা— $\text{NaHSO}_4$  ইহাকে অ্যাসিড সোডিয়াম সলফেট অথবা সোডিয়াম বাই সলফেট অথবা সোডিয়াম হাইড্রোজেন সলফেট এই তিন নামে অভিহিত করা হয়। সলফিউরিক অ্যাসিডের দুইটি হাইড্রোজেন পবমাণুকেই ধাতুদ্বারা প্রতিস্থাপন করিয়া যে লবণ পাওয়া যায় তাহাকে শমিত সলফেট (neutral বা normal sulphate) বলে যথা— $\text{K}_2\text{SO}_4$  ইহাকে পটাসিয়াম সলফেট নামে অভিহিত করা হয়।

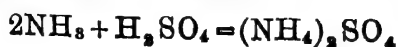
সলফেট লবণ প্রস্তুত কবিত্তে হইলে পাতলা সলফিউরিক অ্যাসিডে ধাতু, ধাতব অক্সাইড ধাতব হাইড্রক্সাইড অথবা ধাতব কার্বনেট যোগ কবিত্তে হয়। তাহাতে বাসায়নিক বিক্রিয়া ঘটিয়া সলফেটের দ্রবণ উৎপন্ন হয়। এই দ্রবণকে প্রথমে পরিশোধন করিয়া পবিস্ফৎকে উত্তাপদ্বারা ঘনীভূত করিয়া ঠাণ্ডা করিলে সলফেটের কেলস পাওয়া যায়।



ক্রোরাইড লবণকে গাঢ় সলফিউরিক অ্যাসিডের সহিত উত্তপ্ত করিয়াও সময় সময় সলফেট প্রস্তুত করা হয়। যেমন সল্ট কেক বা সোডিয়াম সলফেটের উৎপাদন।



পণ্য উৎপাদনে প্রাপ্ত অ্যামোনিয়াকে সলফিউরিক অ্যাসিডের ভিতর দিয়া চালনা করিয়া অ্যামোনিয়াম সলফেট উৎপন্ন করা হয়।



অধিকাংশ সলফেট লবণ জলে দ্রবণীয়। কেবল ক্যালসিয়াম সলফেট ( $\text{CaSO}_4$ ) অতি সামান্যই জলে দ্রাব্য এবং স্ট্রোন্টিয়াম সলফেট ( $\text{SrSO}_4$ ) এবং বেরিয়াম সলফেট ( $\text{BaSO}_4$ ) জলে একেবারেই অদ্রাব্য। অনেক সলফেট স্ফটিকাকার প্রাপ্ত হইবার সময় জলের সহিত যুক্ত হইয়া নানাপ্রকার স্ফটিক গঠন করে। ইহাদের মধ্যে কোন কোন ধাতব স্ফটিকাকার সলফেট লবণেব বিশেষ নাম আছে। যথা—

$\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$  গ্লবার লবণ (সোডিয়াম সলফেট)

$\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ , ইপসম লবণ (ম্যাগনেসিয়াম সলফেট)

$\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  জিপসম (ক্যালসিয়াম সলফেট)

$\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  সবুজ ভিট্রিয়ল বা হীবাকষ (ফেবাস সলফেট)

$\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  সাদা ভিট্রিয়ল (জিঙ্ক সলফেট)

$\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  নীল ভিট্রিয়ল বা তুতে (কপাস সলফেট)

অনেক সলফেট লবণ প্রকৃতিতে পাওয়া যায়। তাহা সলফাবের অবস্থানেব ভিত্তর উল্লেখ করা হইয়াছে (পৃ ২৯৯ দেখ)।

অ্যালুম (Alum) বা ফটকিরি পটাসিয়াম এবং অ্যালুমিনিয়াম সলফেট যুক্ত হইয়া যে দ্বি ধাতব লবণ (double salt) উৎপন্ন করে তাহাকে সাধারণ অ্যালুম বা ফটকিরি বলে। ইহার সংকেত হইল  $\text{K}_2\text{SO}_4 \cdot \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 24\text{H}_2\text{O}$ । কিন্তু ক্রোমিয়াম ম্যাঙ্গানিজ আয়রন (ফেরিক) প্রভৃতি ধাতব সলফেটও পটাসিয়াম সলফেটের সহিত যুক্ত হইয়া উক্ত প্রকার দ্বি ধাতব লবণ গঠন করে এবং তাহাদের সংকেতও সাধারণ অ্যালুমের অনুরূপ। তাহারা সকলেই সমাকৃতি। এই দ্বি ধাতব লবণগুলিকে অ্যালুম বলে। পটাসিয়াম সলফেট ছাড়াও অন্যান্য ক্ষারধাতুর সলফেট এবং অ্যামোনিয়াম সলফেটও উক্তপ্রকার অ্যালুম গঠন করিয়া থাকে। যথা—

আয়রন অ্যামোনিয়াম অ্যালুম  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 \cdot \text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 24\text{H}_2\text{O}$

ক্রোমিয়াম অ্যালুম  $\text{K}_2\text{SO}_4 \cdot \text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 24\text{H}_2\text{O}$

অ্যামোনিয়াম অ্যালুম,  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 \cdot \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 24\text{H}_2\text{O}$

সিজিয়াম ম্যাঙ্গানিক অ্যালুম,  $\text{Cs}_2\text{SO}_4 \cdot \text{Mn}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 24\text{H}_2\text{O}$

এখানে কেবল সাধারণ অ্যালুম সম্বন্ধেই আলোচনা করা হইবে। পরীক্ষাগারে

সাধারণ অ্যালুম প্রস্তুত করিতে হইলে পটাসিয়াম সলফেট এবং অ্যালুমিনিয়াম সলফেটের জলীয় দ্রবণ একত্র মিশ্রিত করিয়া উত্তাপপ্রয়োগে ঘনীভূত করা হয়। পরে মিশ্রিত দ্রবণটিকে ঠাণ্ডা করিলেই অ্যালুমের স্ফটিক পাওয়া যায়।

অ্যালুমের পণ্য উৎপাদন তিনটি বিভিন্ন খনিজ হইতে তিনটি বিভিন্ন উপায়ে নিম্পন্ন করা হয় —

(1) অ্যালুম প্রস্তুত হইতে (from Alum Shale) — অ্যালুম প্রস্তুত অ্যালুমিনিয়াম সিলিকেট ও আয়রন পাইরাইটস মিশ্রিত অবস্থায় থাকে। এই প্রস্তুতকে একস্থানে একত্রিত করিয়া ভর্জিত করিলে আয়রন পাইরাইটস জাখিত হইয়া ফেবাস সলফেট এবং সলফিউরিক অ্যাসিড উৎপন্ন হয়। এই সলফিউরিক অ্যাসিড প্রস্তুতের অ্যালুমিনিয়াম সিলিকেটকে অ্যালুমিনিয়াম সলফেটে পরিবর্তিত করে। এই অবস্থায় পৌঁছিলে ভর্জিত প্রস্তুতকে জলদ্বারা দ্রাবিত (lixivated with water) করিলে অ্যালুমিনিয়াম সলফেটের দ্রবণ পাওয়া যায়। এই দ্রবণকে পরিস্রাবণ করিয়া পবিত্রতাকে উত্তাপপ্রয়োগে ঘনীভূত করা হয়। পরে এই দ্রবণে উপযুক্ত পবিমাণ পটাসিয়াম ক্লোরাইড যোগ করিয়া আববত আলোড়িত করা হয়। এই আলোড়নের সময় দ্রবণকে শীতল করিলে অ্যালুমের ছোট ছোট স্ফটিক কেলসিত হয়। ইহাকে অ্যালুম মিল (alum meal) বলে।

(2) অ্যালুনাইট হইতে (from Alunite) — খনিজ অ্যালুনাইটের সংকেত হইল  $K_2SO_4 \cdot Al_2(SO_4)_3 \cdot 4Al(OH)_3$ । ইহা হইতে দুই উপায়ে অ্যালুম প্রস্তুত করা যায় (i) অ্যালুনাইটকে বায়ুতে ভস্মীভূত (calcined in air) করিলে উহা  $Al(OH)_3$  ভর্জিত অ্যালুমিনা (ignited  $Al_2O_3$ ) পরিবর্তিত হয় তখন উক্ত  $Al_2O_3$  জলে অদ্রব্য অবস্থায় আসে। তবে জলদ্বারা আলোড়িত করিলে পটাসিয়াম সলফেট এবং অ্যালুমিনিয়াম সলফেট দ্রবীভূত হয় কিন্তু  $Al_2O_3$  অদ্রব্য থাকিয়া যায়। এই অবস্থায় পরিস্রাবণ দ্বারা  $Al_2O_3$  অপসারিত করিয়া পবিত্রতাকে বাষ্পীভূত করিয়া ঘন করিলে ঠাণ্ডা অবস্থায় অ্যালুমের স্ফটিক উৎপন্ন হয়। (ii) অ্যালুনাইটকে চূর্ণ করিয়া তাহার সহিত গাঢ় সলফিউরিক অ্যাসিড মিশাইয়া 500 - 600 সেন্টিগ্রেড উষ্ণতায় মিশ্রণটিকে সিদ্ধ (digested) করিলে  $Al_2O_3$  সলফিউরিক অ্যাসিডে দ্রবীভূত হইয়া অ্যালুমিনিয়াম সলফেটে পরিণত হয়। এখন এই দ্রবণকে পরিস্রাবিত করিয়া পবিত্রতের

সহিত উপযুক্ত পরিমাণ পটাসিয়াম সলফেট মিশাইয়া দ্রবণকে শীতল করিলে অ্যালুম ফলাসিত হয়।

(৩) বক্সাইট হইতে (from Bauxite) — বক্সাইট খনিজের স কেত হল  $Al_2O_3 \cdot 2H_2O$ । বক্সাইটের সহিত পাতলা সলফিউরিক অ্যাসিড মিশাইয়া মিশ্রণকে কিছুক্ষণ উত্তপ্ত করিলে অ্যালুমিনিয়াম সলফেটের দ্রবণ উৎপন্ন হয়। সিলিকা হইতে পরিশ্রাবণ দ্বারা এই অ্যালুমিনিয়াম সলফেটের দ্রবণকে পৃথক করিয়া তাহার সহিত পটাসিয়াম সলফেট মিশ্রিত করা হয় এবং মিশ্রণটিকে উত্তাপদ্বারা ঘনীভূত করিয়া শীতল করা হয়। অ্যালুমের স্ফটিক কেলাসিত হয়। এই অ্যালুমের কেলাসকে পুনরায় জলে দ্রবীভূত করিয়া আলোড়িত করা হয়। এবং এই অবস্থায় উত্তাপপ্রয়োগে দ্রবণটিকে ঘনীভূত করা হয়। আলোড়ন বন্ধ না করিয়া ঠাণ্ডা করিলে অ্যালুমের ছোট ছোট দানা পাওয়া যায়। এইভাবে অ্যালুমকে আয়রণ সলফেট হইতে মুক্ত করা হয়।

সাধারণ অ্যালুমের ধর্ম অ্যালুম একটি বর্ণহীন কেলাসিত কঠিন পদার্থ। ইহা জলে দ্রাব্য। জলের দ্রবণেব অ্যাসিডের মত ব্যবহার দেখা যায় এবং এই দ্রবণ কষায় স্বাদযুক্ত। ইহা ৭২ সেন্টিগ্রেডে কেলাস জলে গলিয়া যায় এবং ২০০ সেন্টিগ্রেড উষ্ণতায় ইহার সমস্ত কেলাস জল উপহায়া যায় ও তখন সাদা নিরুদক ফোঁপরা সলফেটের মিশ্রণ পড়িয়া থাকে। ইহাকে পোড়া অ্যালুম (burnt alum) বলে।

অ্যালুমের ব্যবহার জল পরিষ্কার করার কাজে এবং রঞ্জনশিল্পে র কাপড়ে ভালভাবে ধরাইবার জন্য (as a mordant) ও ছিটের কাপড় রঞ্জন (Calico printing) অ্যালুম ব্যবহৃত হয়। কাগজ এবং চর্মশিল্পে এবং ওয়াটার প্রুফ শিল্পে কিছুটা অ্যালুমের ব্যবহার হইয়া থাকে। অ্যালুমের জলের সহিত বিক্রিয়ার ফলে সামান্য সলফিউরিক অ্যাসিড উৎপন্ন হয় বলিয়া এবং সলফিউরিক অ্যাসিডের কিছুটা বীজদ্রবণ থাকার জন্য ও অ্যালুমের তরল রক্ত জমাইয়া ফেলিবার ক্ষমতা থাকায় দাড়ি কামাইবার সময় ইহার ব্যবহার দেখা যায়। কোন কোন ঔষধেও অ্যালুম ব্যবহৃত হইয়া থাকে। অ্যালুমের দ্রবণ দাঁতের ব্যথায় কুলকুচা করিবার জন্য ব্যবহৃত হয়।

সলফিউরিক অ্যাসিড ও সলফেটের অভীক্ষণ . সলফিউরিক অ্যাসিড

বা সলফেটের দ্রবণে বেরিয়াম ক্লোরাইডের দ্রবণ যোগ করিলে বেবিয়াম সলফেটের সাদা ভারী অধ ক্ষেপ পাওয়া যায়। এই অধ ক্ষেপ গাঢ় হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিডে অদ্রাব্য। লেড নাইট্রেটের দ্রবণ যোগ করিলেও অস্ফুট অ্যাসিডে অদ্রাব্য লেড সলফেটের সাদা ভারী অধ ক্ষেপ উৎপন্ন হয়। এই অধ ক্ষেপ উত্তপ্ত অ্যামোনিয়াম অ্যাসিটেটের দ্রবণে ক্ষুদ্র দ্রাব্য।

### Questions

1 Discuss the chemical background of the manufacture of sulphuric acid by chamber process Explain with equations the conversion of sulphur dioxide into sulphuric acid Explain how the catalyst reacts in the operation

১। চেম্বার পদ্ধতি দ্বারা সলফিউবিক অ্যাসিডের উৎপাদনের বাসায়নিক ভিত্তি বর্ণনা কর। সাধারণ দ্রবণ সলফিউবিক অ্যাসিড হইতে কিভাবে সলফিউবিক অ্যাসিড পাওয়া যায় তাহা বুঝা যাক। এখনে অস্থায়ী কিভাবে ক্রিয়া করে তাহা বিশদভাবে ব্যাখ্যা কর।

2 Describe the method of preparation of sulphuric acid in the laboratory by the application of the principle of chamber process How would you prove that the liquid formed is sulphuric acid ?

২। পরীক্ষাগারে চেম্বার পদ্ধতি প্রয়োগ করিয়া সলফিউবিক অ্যাসিডের প্রস্তুতি বর্ণনা কর। উৎপন্ন তরল যে সলফিউবিক অ্যাসিড তাহা কিভাবে প্রমাণ করা হয় ?

3 Describe the contact process for the manufacture of sulphuric acid Name at least three catalysts used in the process Which of these catalysts is most effective in the process ?

৩। সংস্পর্শ পদ্ধতি দ্বারা সলফিউবিক অ্যাসিডের পণ্য উৎপাদন পদ্ধতি বর্ণনা কর। এই পদ্ধতিতে ব্যবহৃত অন্তত তিনটি অস্থায়ীককের নাম কর। এই অস্থায়ীকগুলির মধ্যে কোনটি সর্বপেক্ষ কার্যকরী ?

4 Compare the chamber process with the contact process for the manufacture of sulphuric acid Describe in the form of experiments the dehydrating and the acid property of sulphuric acid

৪। সলফিউবিক অ্যাসিডের পণ্য উৎপাদনের চেম্বার পদ্ধতি ও সংস্পর্শ পদ্ধতির তুলনামূলক আলোচনা কর। সলফিউবিক অ্যাসিডের জলাকর্ষী গুণ ও অ্যাসিড বর্ম পরীক্ষামূলকভাবে বর্ণনা কর।

5 How can you show that sulphuric acid contains oxygen? What are the products obtained by the action of hot and concentrated sulphuric acid on the following —

(a) Carbon (b) sulphur (c) potassium bromide (d) sodium chloride and (e) oxalic acid? Give equation in each case

৫। সলফিউরিক অ্যাসিডে যে অক্সিজেন আছে তাহা কিভাবে দেখানো যায়? নিম্ন লিখিত দ্রব্যগুলির সহিত উষ্ণ ও গাঢ় সলফিউরিক অ্যাসিড বিক্রিয়া করিয়া কোন্ কোন্ দ্রব্য উৎপাদন করে —

(ক) কার্বন (খ) সলফার (গ) পটাশিয়াম ব্রোমাইড (ঘ) সোডিয়াম ক্লোরাইড এবং (ঙ) অক্সালিক অ্যাসিড? প্রত্যেক ক্ষেত্রে সমীকরণ লিখিয়া দাও।

6 Write what you know about the uses of sulphuric acid How can you prove that sulphuric acid contains sulphur and oxygen?

৬। সলফিউরিক অ্যাসিডের ব্যবহার সম্বন্ধে যাহা জান লিখ। সলফিউরিক অ্যাসিডে সলফার এবং অক্সিজেন আছে তাহা কিভাবে প্রমাণ করা যায়?

7 How can sulphuric acid produced in the operation of chamber process be concentrated? What are the impurities present in the chamber acid and wherefrom do they come into the acid? What procedure is followed for purifying the chamber acid?

৭। কিভাবে চেম্বার পদ্ধতিতে উৎপন্ন অ্যাসিডকে ঘন করা হয়? চেম্বার অ্যাসিডে কি কি অশুদ্ধি থাকে এবং সে সকল কোথা হইতে আসে? উক্ত অ্যাসিডকে বিশুদ্ধ করিতে হইলে কি কি প্রক্রিয়া অনুসরণ করা হয়?

8 Write what you know about sulphates How can you prove the presence of a sulphate in a solution? What is an alum? What minerals are used for the manufacture of common alum? Describe the manufacture of alum from any one of them State what you know about the uses of alum

৮। সলফেট সম্বন্ধে যাহা জান লিখ। কোনও দ্রবণে সলফেটের উপস্থিতি কিভাবে প্রমাণ করা যায়? অ্যালুম কাহাকে বলে? সাধারণ অ্যালুমের পণ্য উৎপাদন কোন্ কোন্ খনিজ হইতে হইয়া থাকে? একটি খনিজ হইতে সাধারণ অ্যালুমের পণ্য উৎপাদন বর্ণনা কর। অ্যালুমের ব্যবহার সম্বন্ধে যাহা জান লিখ।

## ত্রিংশ অধ্যায়

### হাইড্রোজেন সলফাইড, সলফিউবেটেড হাইড্রোজেন অথবা হাইড্রোসলফিউরিক অ্যাসিড ( Hydrogen Sulphide, Sulphuretted Hydrogen or Hydrosulphuric Acid )

সংকেত  $H_2S$  আণবিক ওজন 34 গলনাঙ্ক —85 6 সেন্টিগ্রেড,  
ফ্রুটনাঙ্ক —80 7 সেন্টিগ্রেড বাষ্পীয় ঘনত্ব 17।

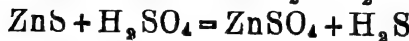
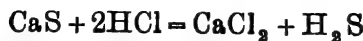
**অবস্থান** —এই গ্যাসটি আশ্বেষগিবির গহ্বর হইতে বহিবাগত ধোয়ায় এবং অনেক প্রস্রবণের জলে দ্রবিতো পাওয়া যায়। গন্ধকঘটিত উদ্ভিদ্ধ এবং প্রাণীজ অনেক দ্রব্য পচিলে এই গ্যাসটি উৎপন্ন হইতে দেখা যায়। পচা ম ও পচা পত্তর চামড়ার যে দুর্গন্ধ প্রধানত তাহা এই গ্যাসটির জন্ম।

**প্রস্তুতি** —(1) **সংশ্লেষণী পদ্ধতি** —উত্তাপপ্রয়োগে হাইড্রোজেন এবং সলফারকে প্রত্যক্ষভাবে যুক্ত করিয়া হাইড্রোজেন সলফাইড উৎপাদন করা যায়। ফুটন্ত ক্লোরের ভিতর দিয়া হাইড্রোজেন গ্যাস অতিক্রম করাইলে সামান্য হাইড্রোজেন সলফাইড উৎপন্ন হয়।

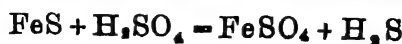


আবার হাইড্রোজেন এবং সলফারের বাষ্প ঝামা পাথর ( pumice stone ) ভর্তি লোহিত তপ্ত নলের ভিতর দিয়া চালনা করিলে হাইড্রোজেন সলফাইড সামান্য পরিমাণে গঠিত হয়।

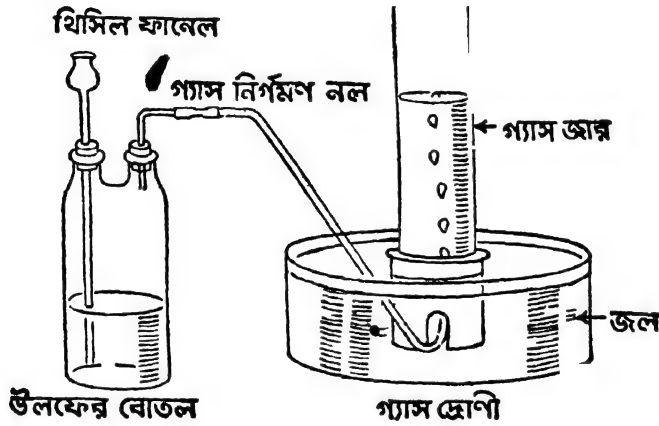
(2) **পরীক্ষাগার প্রণালী** —সাধারণত কোন কোন ধাতুর সলফাইডের উপর পাতলা হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড বা পাতলা সলফিউরিক অ্যাসিড যোগ করিয়া হাইড্রোজেন সলফাইড উৎপাদন করা হয়।



কিছু পরীক্ষাগারে সর্বদাই ফেরাস সলফাইডের উপর পাতলা সলফিউরিক অ্যাসিড যোগ করিয়া সাধারণ উত্তাপে হাইড্রোজেন সলফাইড প্রস্তুত করা হয়।



একটি উল্ফ বোতলে ফেরাস সলফাইডের টুকরা কিছুটা লওয়া হক্ক উঁহার একটি মুখে ককের ভিতর দিয়া একটি দীর্ঘনল ফানেল এব অপর মুখে অল্প একটি ককের ভিতর দিয়া একটি সমকোণে বাকানো নির্গমন নল জুড়িয়া দেওয়া হয়। প্রথমে দীর্ঘনল ফানেল দিয়া কিছুটা জল বোতলের ভিতর ঢালিয়া দেওয়া হয় যাহাতে দীর্ঘনল ফানেলের শেষ প্রান্তটি জলে ডুবিয়া থাকে। তাহার পর দেখিয়া লওয়া হয় যে সমস্ত জোড়াগুলি বায়ু নিরোধক (air tight) হইয়াছে কি না। যখন যন্ত্রটি ঠিকমত সাজানো হয় তখন দীর্ঘনল ফানেলের ভিতর দিয়া পাতলা সলফিউরিক অ্যাসিড যোগ করা হয়। ফেরাস সলফাইড অ্যাসিডের সস্পর্শে



চিত্র ন 61

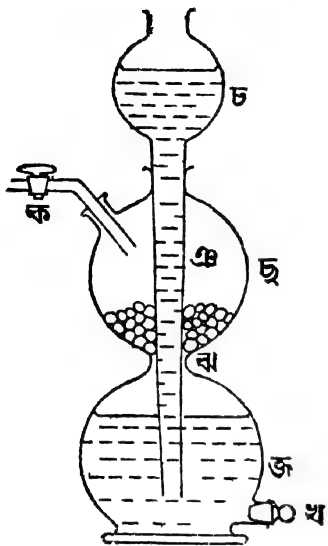
আসামাত্র হাইড্রোজেন সলফাইড গ্যাস নির্গমন নল দিয়া বাহির হইয়া আসে। গ্যাসটি বায়ু অপেক্ষা ভারী, তাই গ্যাসজারে বায়ুর উর্ধ্বাংশ দ্বারা গ্যাসটিকে সঞ্চার করা হয়। গ্যাসটি ঠাণ্ডা জলে দ্রব্য সেই কারণে গরম জলের উপর গ্যাসজারে গরম জল ভর্তি করিয়া মধুকোষ পীঠের (Beehive-sell) উপর উল্টাইয়া রাখিয়া গরমজলের অপসারণ দ্বারাও গ্যাসটি সঞ্চার করা যায়।



পরীক্ষাগারে বিশ্লেষণী পরীক্ষার (Analysis) জন্য অনেক পরিমাণ হাইড্রোজেন সলফাইডের প্রস্তুত উৎপাদন প্রয়োজন হয়। সেই প্রয়োজনে কিপের যন্ত্র (Kipp's Apparatus) এই গ্যাসের উৎপাদনের ব্যবস্থা করা হয়। এই যন্ত্রে



ছ চিহ্নিত মধ্যের বাল্বে ফেবাস সলফাইডের টুকবা বাখা হয়। চ চিহ্নিত



চিত্র নং 62

বাল্বেবের ভিতর পাতলা সলফিউরিক অ্যাসিড এতটা পরিমাণ ঢালা হয় যাহাতে নীচের জ চিহ্নিত বাল্বেটি অ্যাসিডে ভর্তি হইয়া অ্যাসিড ফেবাস সলফাইডের টুকবাব সংস্পর্শে আসে। এই সময় “ক স্টপ কক (Stop-cock) খুলিয়া রাখা হয়। অ্যাসিডের সংস্পর্শে আসামাত্র ফেবাস সলফাইড হইতে হাইড্রোজেন সলফাইড গ্যাস উদ্ভূত হইয়া স্টপ কক যুক্ত নল দিয়া বাহির হইয়া আসে। যখন গ্যাসের প্রয়োজন না হয় তখন স্টপ কক বন্ধ

উদ্ভূত হাইড্রোজেন সলফাইডের চাপে অ্যাসিড গ বাল্বে নামিয়া আসে এবং “ঞ বাল বাহিয়া উপবেব চ বাল্বে যাইয়া পমা হয়। গ্যাসের প্রয়োজন হইলেই স্টপ কক খুলিয়া দিয়া গ্যাস লওয়া হয় এবং তখন গ্যাসের চাপ কমিয়া যাওয়ায় অ্যাসিড চ বাল্বে হইতে নামিয়া আসে এবং ক্রমে জ বাল্বে ভর্তি করিয়া ছ বাল্বেবের ভিতর আসিয়া ফেবাস সলফাইডের সহিত বিক্রিয়া করে।

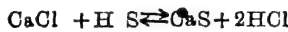
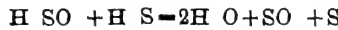
**দ্রষ্টব্য** মার্কাবীর (পারদের) উপর মার্কাবীর অপ-শঙ্কায় এই গ্যাস সংগ্রহ করা যায় না। কাবণ ইহা পারদের সহিত বিক্রিয়া করে।

আবার পাতলা সলফিউরিক অ্যাসিডের স্থলে পাতলা হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড ব্যবহার করা যায়  $\text{FeS} + 2\text{HCl} = \text{FeCl}_2 + \text{H}_2\text{S}$  কিন্তু নাইট্রিক অ্যাসিড কোন ক্রমেই ব্যবহার করা যায় না কারণ প্রথমত নাইট্রিক অ্যাসিড উদ্ভূত হাইড্রোজেন সলফাইডকে জীবিত করে ও তাহাতে কেবলমাত্র সলফার পড়িয়া থাকে এবং দ্বিতীয়ত ফেবাস সলফাইডও কিছুটা জারিত হইয়া ফেবাস সলফেটে পরিণত হয় এবং তাহা হইতে আব হাইড্রোজেন সলফাইড কোন প্রকারেই পাওয়া যায় না।

$$2\text{HNO}_3 + \text{H}_2\text{S} = 2\text{NO} + 2\text{H}_2\text{O} + \text{S}$$

**বিশুদ্ধীকরণ** হাইড্রোজেন সলফাইডে সাধারণত কিছুটা হাইড্রোজেন গ্যাস এবং জলীয় বাষ্প মিশিয়া থাকে। হাইড্রোজেন আসে ফেরাস সলফাইডে যে কিছুটা লৌহ মৌলবস্থায় থাকে তাহার সহিত অ্যাসিডের বিক্রিয়াব ফলে। হাইড্রোজেন সলফাইড পরীক্ষাগারে যে কার্যের জন্য ব্যবহৃত হয় তাহাতে হাইড্রোজেন অশুদ্ধি হিসাবে থাকিলে কোন ক্ষতি হয় না। তবে বিশুদ্ধ শুষ্ক হাইড্রোজেন সলফাইড পাইতে হইলে (১) গ্যাসটিকে সোডিয়াম হাইড্রো সলফাইডের (NaHS) দ্রবণের ভিতর দিয়া অতিক্রম করাইয়া অ্যাসিড মুক্ত করা হয় (২) পরে বিশুদ্ধ ফসফোরাস পেণ্ট অক্সাইড (P<sub>২</sub>O<sub>৫</sub>) অথবা অনান্দ্র অ্যালুমিনিয়াম অক্সাইডের (Anhydrous Al<sub>২</sub>O<sub>৩</sub>) ভিতর দিয়া অতিক্রম করাইয়া জলীয় বাষ্প হইতে মুক্ত করা হয় (৩) তৎপরে কঠিন কার্বন ডাই অক্সাইডের সাহায্যে শীতল করিয়া গ্যাসটিকে তরলে রূপান্তরিত করিয়া পাম্পের সাহায্যে হাইড্রোজেন অপসারিত করা হয়। পরে উত্তাপ প্রয়োগ করিয়া তবল H<sub>২</sub>S হইতে গ্যাসীয় বিশুদ্ধ H<sub>২</sub>S পাওয়া যায়।

**দ্রবীভূত** গাঢ় সলফিউরিক অ্যাসিড বা গলিত ক্যালসিয়াম ক্লোরাইড (fused calcium chloride) অথবা অক্সফসফোরাস পেণ্ট অক্সাইড দ্বারা গ্যাসটিকে অনান্দ্র অবস্থায় আনা যায় না। কারণ উক্ত ত্রব্যগুলি সহিত H<sub>২</sub>S এর বিক্রিয়া ঘটিয়া থাকে

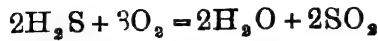


বিশুদ্ধ হাইড্রোজেন সলফাইড প্রস্তুত কবিত্তে হইলে অ্যাক্টিভমিন সলফাইডের সহিত গাঢ় হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড যোগ করিয়া উত্তপ্ত কবিত্তে হয় এবং উদ্ধৃত গ্যাসকে জলের ভিতর দিয়া অতিক্রম করাইয়া HCl গ্যাস হইতে মুক্ত করা হয়। পরে বিশুদ্ধ P<sub>২</sub>O<sub>৫</sub> এর সাহায্যে শুষ্ক করিয়া পানদের অপভ্রংশ দ্বারা পানদের উপর সঞ্চার করা হয়। শুষ্ক বিশুদ্ধ H<sub>২</sub>S এর পানদের সহিত কোন বিক্রিয়া হয় না।



**হাইড্রোজেন সলফাইডের ধর্ম** —হাইড্রোজেন সলফাইড বা সলফিউরেটেড হাইড্রোজেন একটি বর্ণহীন গ্যাস। ইহার গন্ধ পচা ডিমের মত। ইহা বায়ু অপেক্ষা ভারী এবং ঠাণ্ডা জলে কিছুটা দ্রবণীয় কিন্তু গরম জলে ইহার দ্রবণীয়তা খুবই কম। গ্যাসটি বিষাক্ত এবং বহুক্ষণ ধরিয়া শ্বাস প্রশ্বাসের সহিত গ্রহণ কবিলে মারাত্মক হইতে পারে।

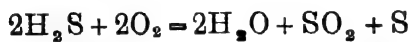
এই গ্যাসটিনিজে দাহ কিন্তু অপর বস্তুর দহনে সাহায্য করে না। অক্সিজেনে বা বায়ুতে ইহা নীল শিখার সহিত জ্বলিতে থাকে অতিরিক্ত অক্সিজেনে বা বায়ুতে পুড়িয়া ইহা জল এবং সলফার ডাই অক্সাইড দিয়া থাকে



অক্সিজেনের পরিমাণ কম থাকিলে  $H_2S$  পুড়িয়া জল এবং সলফার দেয়

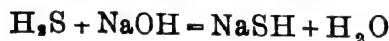


কিন্তু গ্যাসজ্বারে  $H_2S$  ভর্তি করিয়া তীহাতে জ্বলন্ত পাকাটিব সাহায্যে অগ্নিস যোগ করিলে ইহা নীলাভ শিখার সহিত জ্বলিয়া উঠে এবং সলফার ডাই অক্সাইড ও সলফার এবং জল উৎপন্ন হয়।

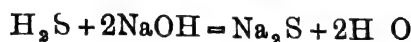


হাইড্রোজেন সলফাইডের জলীয় দ্রবণ নীল লিটমাসকে দীর্ঘ লাল করে। সুতরাং হাইড্রোজেন সলফাইড একটি অ্যাসিড গ্যাস এবং ইহার জলীয় দ্রবণও একটি ক্ষীণ অ্যাসিড ( weak acid )। হাইড্রোজেন সলফাইডের জলীয় দ্রবণকে বায়ুতে উন্মুক্ত করিয়া রাখিলে বায়ু অক্সিজেনের জারণক্রিয়ার ফলে সলফার পৃথক হইয়া যায় এবং দ্রবণ ঘোলাটে দেখায়।  $2H_2S + O_2 = 2H_2O + 2S$

ইহার জলের দ্রবণকে হাইড্রোসলফিউরিক অ্যাসিড বলা হয় এবং এই অ্যাসিড দ্বি কারিক ক্ষার পদার্থের সহিত বিক্রিয়া কবিয়া ইহা দুই প্রকার লবণ দিয়া থাকে।

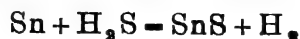


সোডিয়াম হাইড্রোসলফাইড



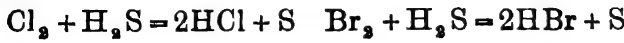
সোডিয়াম সলফাইড

ইহা সিলভার লেড মার্কানী টিন প্রভৃতি ধাতুর সহিত সাক্ষাৎভাবে বিক্রিয়া করে এবং তাহাদের সলফাইড লবণ গঠন করে। পরীক্ষাগারে ক্লোর বাতাস, বা নিকেলের ঘড়ি প্রায়ই কালো হইয়া যায়। ইহা কারণ  $H_2S$  ধাতু দুইটির সহিত সহজেই বিক্রিয়া করে এবং ধাতু দুইটির উপর কালো আবরণ হইল তাহাদের সলফাইডের।  $2Ag + H_2S + \frac{1}{2}O_2$  (বায়ু)  $= Ag_2S + H_2O$



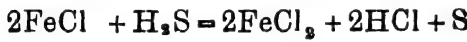
হাইড্রোজেন সলফাইড একটি শক্তিশালী বিজারক। ইহার হাইড্রোজেনকে অপসারিত করা যায় বলিয়াই ইহা বিজারকের কাজ করিতে সমর্থ হয়।

ক্লোরিন ব্রোমিন এবং আয়োডিনকে ইহা বিজারিত করিয়া উহাদের হাইড্রোজেন-যোগ (হাইড্রাসিড) উৎপন্ন করে।

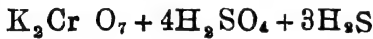


এই বিক্রিয়াগুলি জলের মাধ্যমে সংঘটিত করা হয়। আয়োডিনকে জলে প্রলম্বিত অবস্থায় লওয়া হয়। প্রত্যেক ক্ষেত্রেই সলফার উৎপন্ন হয়।

ফেরিক ক্লোরাইডের দ্রবণে মধ্য দিয়া হাইড্রোজেন সলফাইড অতিক্রম করাইলে হলুদ রং এর দ্রবণ বর্ণহীন হয় এবং সলফার অধঃক্ষিপ্ত হয়। ফেরিক ক্লোরাইড বিজারিত হইয়া দ্রবণে ফেরাস ক্লোরাইড উৎপন্ন হয়।



কমলা রং এর অ্যাসিডগুরু পটাসিয়াম ডাইক্রোমেটের দ্রবণের ভিতর দিয়া  $\text{H}_2\text{S}$  অতিক্রম করাইলে দ্রবণের রং সবুজ হয় এবং সলফার অধঃক্ষিপ্ত হয়। ডাইক্রোমেট বিজারিত হইয়া ক্রোমিক লবণ উৎপন্ন করে।



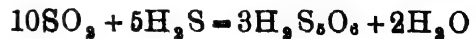
বেগুনী রং এর সলফিউবিক অ্যাসিডগুরু পটাসিয়াম পারম্যাঙ্গানেটের দ্রবণের ভিতর দিয়া  $\text{H}_2\text{S}$  অতিক্রম করাইলে দ্রবণ বর্ণহীন হয় এবং সলফার অধঃক্ষিপ্ত হয়। পারম্যাঙ্গানেট বিজারিত হইয়া ম্যাঙ্গানাস লবণ উৎপন্ন করে।



সলফিউরেটেড হাইড্রোজেন যখন সলফার ডাই অক্সাইড গ্যাসের সহিত মেশান হয় তখন উভয়ের বিক্রিয়ার ফলে সলফার এবং জল উৎপন্ন হয়।

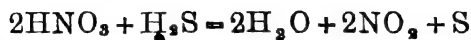


সাধারণ উত্তাপে সলফার ডাই অক্সাইডের জলীয় দ্রবণের ( $\text{H}_2\text{SO}_3$ ) ভিতর দিয়া হাইড্রোজেন সলফাইড অতিক্রম করাইলেও উপরের মত বিক্রিয়া ঘটয়া সলফার অধঃক্ষিপ্ত হয়। কিন্তু শীতল অবস্থায় (০ সেন্টি গ্রেড উষ্ণতায়) সলফার ডাই অক্সাইডের জলীয় দ্রবণ হাইড্রোজেন সলফাইডের জলীয় দ্রবণের সহিত মিশাইলে প্রধানত পেন্টা থায়োনিক অ্যাসিড উৎপন্ন হয়।

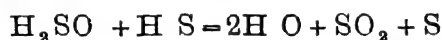


পেন্টাথায়োনিক অ্যাসিড

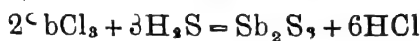
গাঢ় ধূমায়মান (fuming) নাইট্রিক অ্যাসিডের ভিতব দিয়া হাইড্রোজেন সলফাইড অতিক্রম করাইতে গেলে গ্যাসে আগুন ধরিয়া যায়। মধ্যম বকম পাতলা নাইট্রিক অ্যাসিডেব ভিতব গ্যাসটি অতিক্রম করাইলে নাইট্রিক অ্যাসিড বিজ্ঞাবিত হইয়া নাইট্রোজেন পাব অক্সাইড দেয় এব হাইড্রোজেন সলফাইড জারিত হইয়া সলফার উৎপন্ন কবে।



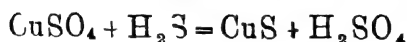
৫% নাইট্রিক অ্যাসিডেব দ্রবণের সহিত  $\text{H}_2\text{S}$  এর কোন বিক্রিয়া হয় না। গাঢ় সলফিউরিক অ্যাসিডেব ভিতব হাইড্রোজেন সলফাইড চালনা কবিলে সলফিউরিক অ্যাসিড বিজ্ঞাবিত হইয়া সলফার ডাই অক্সাইড দেয় এব সলফার অধ ক্ষিপ্ত হয়।



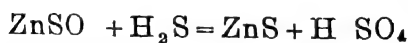
হাইড্রোজেন সলফাইড অনেক ধাতব লবণেব জলীয় দ্রবণের সহিত বিক্রিয়া করিয়া সেই সেই ধাতুর সলফাইড গঠন কবে। তাহাদেব মধ্যে যে ধাতব সলফাইড জলে অদ্রাব্য তাহাবা অধ ক্ষিপ্ত হয়। এই ধাতব সলফাইডগুলিব অনেকেবই বিশিষ্ট র দেহিতে পাওয়া যায়। উৎপন্ন সলফাইডেব র দেখিয়া অনেক সময় কোন্ ধাতুব লবণ ব্যবহাব কবা হইয়াছে তাহা বলা যায়।



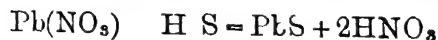
অ্যান্টিমনি ক্লোরাইড অ্যান্টিমনি সলফাইড (কমলা র এর)



কপার সলফেট কপার সলফাইড (কালো ব এর)



জিঙ্ক সলফেট জিঙ্ক সলফাইড (সাদা র এর)



লেড নাইট্রেট লেড সলফাইড (চকচকে কালো ব এর)

অজৈব রসায়নেব ধাতব লবণসমূহেব রাসায়নিক পরীক্ষায় এই বিক্রিয়াগুলির সহিত পরিচিতি বিশেষ প্রয়োজন।

**পরীক্ষাগারে হাইড্রোজেন সলফাইডের বিকারক (Reagent) হিসাবে ব্যবহার** উপবে ধাতব লবণের সহিত হাইড্রোজেন সলফাইডের যে বিক্রিয়াগুলি উল্লিখিত হইয়াছে তাহাতে উল্লেখ করা হইয়াছে যে ধাতব লবণে কোন্ ধাতু বিজ্ঞমান আছে তাহা উৎপন্ন ধাতব সলফাইডের র দেখিয়া অনুমান করা

যাইতে পারে। তাই  $H_2S$  এর প্রথম ব্যবহার হইল (ক) **ধাতুর সনাক্তকরণে** (identification) যেমন—কপার সলফাইড ( $CuS$ ) কালো মার্কাসিট সলফাইড ( $HgS$ ) কালো লেড সলফাইড ( $PbS$ ) চক্চকে কালো জিঙ্ক সলফাইড ( $ZnS$ ) সাদা অ্যান্টিমনি সলফাইড ( $Sb_2S_3$ ) কমলা র এর অ্যাসেনিক সলফাইড ( $As_2S_3$ ) হলদে ক্যাডমিয়াম সলফাইড ( $CdS$ ) হলদে। যখন দুই বা ততোধিক ধাতব সলফাইডের র একই হয় তখন উহাদিগকে অল্প বিকাবকেব সহিত ক্রিয়া করাইয়া সনাক্ত করা হয়। যেমন দুইটি ধাতব লবণ দেওয়া হইয়াছে এবং তাহাদের জলীয় দ্রবণের ভিতর দিয়া হাইড্রোজেন সলফাইড অতিক্রম করাইয়া দুইটি কালো ব এবং সলফাইডের অবক্ষেপ পাওয়া গেল। তখন কালো সলফাইড দুইটিকে দুইটি বিভিন্ন পরীক্ষানলে লইয়া তাহাতে পাতলা নাইট্রিক অ্যাসিড যোগ করিয়া উত্তপ্ত করা হইল। যে কালো সলফাইডটি গলিয়া গিয়া সবুজ ব এর দ্রবণ উৎপন্ন করিল তাহা কপার সলফাইড এবং যে লবণ হইতে উহা পাওয়া গিয়াছিল তাহা কপারের লবণ। যে কালো সলফাইড পাতলা নাইট্রিক অ্যাসিডে গলে না তাহা মার্কাসিট সলফাইড এবং উহা যে লবণ হইতে পাওয়া গিয়াছে তাহা মার্কাসিটের লবণ।

(গ) **ধাতুর শ্রেণীবিভাগে** হাইড্রোজেন সলফাইডের দ্বিতীয় ব্যবহার হইল হাইড্রোজেন সলফাইড ব্যবহার করিয়া ধাতব লবণের দ্রবণ হইতে যে সমস্ত ধাতব সলফাইড পাওয়া যায় তাহাদের দ্রাব্যতা অনুসারে তিন শ্রেণীতে ভাগ করা এবং তাহার উপর নির্ভর করিয়া ধাতুগুলিরও শ্রেণীবিভাগ করা।

(i) যে সমস্ত ধাতুর সলফাইড জলে দ্রবীভূত বা অ্যামোনিয়াম দ্রবণে এবং পাতলা হাইড্রোক্লোরিক বা সলফিউরিক অ্যাসিডে অদ্রাব্য যথা— $Hg$   $Pb$   $Bi$   $Cu$   $Cd$   $As$   $Sb$   $Sn$  [ এই ধাতুগুলি বিশ্লেষণী গ্রুপের (analytical group) II (ক) ও (খ) এর অন্তর্গত ]।

(ii) যে সমস্ত ধাতুর সলফাইড জলে এবং দ্রবীভূত বা অ্যামোনিয়াম দ্রবণে অদ্রাব্য কিন্তু পাতলা অ্যাসিডে দ্রাব্য যথা— $Fe$   $Zn$   $Mn$ ,  $Ni$   $Co$  [ এই ধাতুগুলি বিশ্লেষণী গ্রুপের III (ক) এবং (খ) এর অন্তর্গত ]।

(iii) যে সমস্ত ধাতুর সলফাইড জলে দ্রাব্য যথা— $Ca$   $Ba$   $Sr$   $Mg$   $Na$   $K$  ( এই ধাতুগুলি বিশ্লেষণী গ্রুপের IV এবং V এর অন্তর্গত )।

(গ) হাইড্রোজেন সলফাইডের তৃতীয় ব্যবহার হইল দুইটি বা ততোধিক

ধাতুর লবণেব মিশ্রণ হইতে ধাতু মূলকেক (metallic radical) পৃথকীকরণ ০ মনে করা যাউক যে একটি দ্রবণে মার্কিউরিক ক্লোরাইড জিঙ্ক ক্লোরাইড এবং সোডিয়াম ক্লোরাইড মিশ্রিত অবস্থায় আছে। ধাতুমূলকগুলিকে পৃথক করিতে হইলে প্রথমে দ্রবে পাতলা হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড যোগ করিয়া উত্তাপ প্রয়োগে ফুটান হইল। এই উত্তপ্ত দ্রবের ভিতর দিয়া হাইড্রোজেন সলফাইড গ্যাস অতিক্রম করান হইল। ইহাতে মার্কিউরিক সলফাইডেব (HgS) কালো অধ ক্ষেপ পাওয়া গেল। হাইড্রোজেন সলফাইডেব প্রবাহ যতক্ষণ পর্যন্ত না সমস্ত মাকারী সলফাইড রূপে অব ক্ষিপ্ত হয় ততক্ষণ পর্যন্ত চালনা করা হইল। তাহার পর দ্রবকে পরিশ্রাবিত করা হইল। ফিলটার কাগজের উপর মার্কিউরিক সলফাইড পড়িয়া থাকিল এবং পরিস্ফুটে জিঙ্ক ক্লোরাইড এবং সোডিয়াম ক্লোরাইড চলিয়া আসিল। দ্রবকে ফুটাইয়া দ্রাবিত হাইড্রোজেন সলফাইড তাড়ান হইল এবং ~~করে~~ দুই কোঁটা ঘন নাইট্রিক অ্যাসিড যোগ করা হইল। [বিশ্লেষণী পরীক্ষায় এই প্রক্রিয়াই অনুসরণ করা হয় কারণ যদি আয়রণের লবণ দ্রবে বর্তমান থাকে তাহা  $H_2S$  দ্বারা বিজারিত হইয়া ফেরাস লবণে পরিবর্তিত হইয়া যায়। তাই তাহাকে ফেরিক লবণে রূপান্তরিত করা প্রয়োজন বিধায় নাইট্রিক অ্যাসিড যোগ করা হয়। ফেরাস লবণকে ফেরিক লবণে পরিবর্তিত না কবিলে পরবর্তী গ্রুপে যাইবার সময় অ্যামোনিয়াম ক্লোরাইড ও অ্যামোনিয়া যোগ করিলে আয়রণ ফেরিক হাইড্রোক্সাইডরূপে সম্পূর্ণ অধ ক্ষিপ্ত হয় না। এইখানে অবশ্য আয়রণের লবণ নাই। তাই এইভাবে নাইট্রিক অ্যাসিড যোগ না করলেও চলিতে পারে।] পরে দ্রবণে অ্যামোনিয়াম ক্লোরাইড যোগ করিয়া অতিবিক্ত অ্যামোনিয়ার দ্রবণ ( $NH_4OH$ ) যোগ করা হইল যতক্ষণ না দ্রবণে অ্যামোনিয়ার গন্ধ স্থায়ী হয়। তখন তাহার মধ্য দিয়া হাইড্রোজেন সলফাইড চালনা করা গ। তাহাতে জিঙ্ক সলফাইডের সাদা অধ ক্ষেপ উৎপন্ন হয়। দ্রবকে পরিশ্রাবিত করিলে ফিলটার কাগজের উপর জিঙ্ক সলফাইড থাকিয়া যায় এবং পরিস্ফুটে সোডিয়াম ক্লোরাইড চলিয়া যায়।

এইভাবে মাকারী জিঙ্ক ও সোডিয়াম পৃথক করা হইয়া থাকে।

**সলফাইড** হাইড্রো সলফিউরিক অ্যাসিডের ( $H_2S$ ) লবণকে সলফাইড বলে। পূর্বেই বলা হইয়াছে যে এই অ্যাসিডে দুইটি প্রতিস্থাপনীয় হাইড্রোজেন পরমাণু বর্তমান। তাই এই অ্যাসিডেব নর্ম্যাল বা শমিত লবণ এবং অ্যাসিড বা বাই-লবণ হইয়া থাকে।



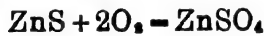
সোডিয়াম সলফাইড (শমিত লবণ) সোডিয়াম হাইড্রোসলফাইড (অ্যাসিড লবণ)

পূর্বেই হাইড্রোজেন সলফাইডের ধর্মের ভিতর উল্লেখ করা হইয়াছে যে কপার লেড মার্কান্ট প্রভৃতি আংশিক টিন অ্যাক্টিভিটি প্রভৃতি ধাতুর লবণের দ্রবণের মধ্য দিয়া হাইড্রোজেন সলফাইড গ্যাস চালনা করিলেই উক্ত ধাতুগুলির সলফাইড উৎপন্ন হয় এবং উক্ত ধাতুগুলির সলফাইড জলে অদ্রাব্য বলিয়া অধঃক্ষিপ্ত হয়।

আবার কোন কোন ধাতব সলফেটের সহিত কয়লার শুঁড়া মিশাইয়া কাঠ কয়লার উপর বিজাবক শিখায় ফুৎনলের সাহায্যে উত্তপ্ত করিলে সেই সেই ধাতুর সলফাইড উৎপন্ন হয়। যথা— $\text{CaSO}_4 + 4\text{C} = \text{CaS} + 4\text{CO}$

সলফাইডগুলির ভিতর কতকগুলি জলে দ্রাব্য যথা— $\text{Na}_2\text{S}$ ,  $\text{K}_2\text{S}$ ,  $\text{CaS}$  ইত্যাদি। কিন্তু  $\text{CaS}$  যখন চুল্লীতে উৎপন্ন হয় তখন ইহা জলে অদ্রাব্য। কতকগুলি সলফাইড জলে এবং ক্ষারীয় অ্যামোনিয়ার দ্রবণে অদ্রাব্য কিন্তু পাতলা অ্যাসিডে দ্রাব্য যেমন— $\text{ZnS}$ ,  $\text{FeS}$ ,  $\text{MnS}$  ইত্যাদি। আবার কতকগুলি সলফাইড জলে ক্ষারীয় ও অ্যামোনিয়ার দ্রবণে এবং পাতলা অ্যাসিডে অদ্রাব্য যেমন— $\text{CuS}$ ,  $\text{HgS}$ ,  $\text{As}_2\text{S}_3$ ,  $\text{Sb}_2\text{S}_3$  ইত্যাদি। বায়ুর সংস্পর্শে সলফাইডগুলিকে উত্তপ্ত করিলে ধাতব অক্সাইড এবং সলফার ডাই অক্সাইড উৎপন্ন হয় যথা— $2\text{ZnS} + 3\text{O}_2 = 2\text{ZnO} + 2\text{SO}_2$

সময় সময় কম উত্তাপ প্রয়োগে ধাতব সলফাইড সলফেটে পরিণত হয়, যেমন—



হাইড্রোজেন সলফাইড এবং ধাতব সলফাইডের অধীক্ষণ • হাইড্রোজেন সলফাইডকে তাহার গন্ধবাহারী সনাক্ত করা হয়। ইহা ছাড়া গ্যাসের ভিতর লেড অ্যাসিটেটের  $[\text{Pb}(\text{CH}_3\text{COO})_2]$  দ্রবণে সিক্ত কাগজ ধরিলে সাদা কাগজ কাল হইয়া যায় কারণ কালো লেড সলফাইড উৎপন্ন হয়। কস্টিক সোডার ( $\text{NaOH}$ ) পাতলা দ্রবণে হাইড্রোজেন সলফাইড অতিক্রম করাইলে সোডিয়াম সলফাইড উৎপন্ন হয়। এই সোডিয়াম সলফাইডের দ্রবণে কয়েক ফোঁটা সত্ত্ব প্রস্তুত সোডিয়াম নাইট্রোপ্রুসাইডের  $\{\text{Na}_2[\text{Fe}(\text{CN})_5\text{NO}]\}$  দ্রবণ যোগ করিলে দ্রবণের রং বেগুনী হয়।

কতকগুলি ধাতব সলফাইডের উপর (যথা— $\text{PbS}$ ,  $\text{ZnS}$ ,  $\text{CaS}$  ইত্যাদি) পাতলা অ্যাসিড যোগ করিলে হাইড্রোজেন সলফাইড গ্যাস বুদবুদের আকারে



বাহির হয়। অ্যাসিডের গন্ধধারা এবং তাহার লেড অ্যাসিটেটের দ্রবণে ডোবান কাগজকে কালো কুরিবার ক্ষমতাবাহী তাহাকে হাইড্রোজেন সলফাইড বলিয়া চেনা যায়। কিন্তু অল্প কতকগুলি ধাতব সলফাইড হইতে এইভাবে অ্যাসিডের ক্রিয়াধারা হাইড্রোজেন সলফাইড পাওয়া যায় না (যেমন— $As_2S_3$ ,  $CuS$  ইত্যাদি)। তখন উক্ত ধাতব সলফাইডে বাতব জিঙ্ক এবং পাতলা হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড যোগ করিতে হয়। তখন জায়মান হাইড্রোজেনের সহিত বিক্রিয়ার ফলে উক্ত সলফাইডগুলি হইতে হাইড্রোজেন সলফাইড বাহিব হইয়া আসে এবং তাহাকে পূর্বের মত গন্ধধারা এবং লেড অ্যাসিটেটের দ্রবণে ডোবান কাগজধারা সনাক্ত করা যায়।

সলফাইডকে অল্প ভাবেও চেনা যাইতে পারে। ধাতব সলফাইডের সহিত সোডিয়াম কার্বনেট ও কষ্টিক সোডার খণ্ড মিাইয়া উত্তাপ প্রয়োগে গলান হয় এবং পবে ঠাণ্ডা করিয়া যে কঠিন দ্রব্য পাওয়া যায় তাহাকে ফিল্ট্রে যোগ করিয়া ফুটান হয়। ঠাণ্ডা করিয়া ঐ দ্রব্যকে পবিত্রাবণ দ্বারা অদ্রব্য পদার্থ হইতে পৃথক করা হয়। পরে উক্ত দ্রবণে কয়েক ফোটা সোডিয়াম নাইট্রোপ্রসাইডের সম্মিশ্রিত দ্রবণ যোগ করিলে দ্রবণের বর্ণ বেগুনী হয়। এই বর্ণ দ্রবণে একমাত্র ক্ষাবীয় সলফাইড থাকিলেই উৎপন্ন হইয়া থাকে।



**দ্রষ্টব্য** হাইড্রোজেন সলফাইডের সোডিয়াম নাইট্রোপ্রসাইডের সম্মিশ্রিত দ্রবণের সহিত কোন বিক্রিয়া হয় না এবং সেই কারণে ইহা ( $H_2S$ ) নাইট্রোপ্রসাইডের দ্রবণের বর্ণের কোন পরিবর্তন ঘাইতে পারে না।

### Questions

1. Describe with equation and a sketch the method of preparation of hydrogen sulphide in the laboratory. What are the substances used for drying hydrogen sulphide? Why hydrogen sulphide is called hydro sulphuric acid? What is the chief impurity present in hydrogen sulphide prepared by the laboratory method and how is that impurity removed?

১। পরীক্ষাগারে  $H_2S$  হাইড্রোজেন সলফাইড প্রস্তুত করা হয় সমীকরণ ও চিত্র সহকারে তাহা বর্ণনা কর। হাইড্রোজেন সলফাইডকে শুষ্ক করিতে হইলে কোন্ কোন্ দ্রব্য

ব্যবহৃত করা হয়? হাইড্রোজেন সলফাইডকে হাইড্রোসলফিউরিক অ্যাসিড বলা হয় কেন? এইভাবে উৎপন্ন হাইড্রোজেন সলফাইডে বিশেষ অন্তর্ভুক্তি কি থাকে এবং তাহা কিভাবে অপসারিত করিতে পাওয়া যায়?

2 Describe the method of preparing dry and pure hydrogen sulphide Describe the reactions that occur between hydrogen sulphide and the following substances with equations —

(a) an aqueous solution of nitric acid (b) an aqueous solution of ferric chloride (c) an aqueous solution of lead nitrate (d) an aqueous solution of sulphur dioxide (e) an aqueous solution of zinc sulphate and (f) iodine suspended in water

২। বিশুদ্ধ এবং শুষ্ক হাইড্রোজেন সলফাইড প্রস্তুত করিবার প্রণালী বর্ণনা কর। নিম্ন লিখিত দ্রব্যগুলির সহিত হাইড্রোজেন সলফাইডের যে রাসায়নিক বিক্রিয়া ঘটিয়া থাকে তাহা সমীকরণ সহকারে বর্ণনা কর —

(ক) নাইট্রিক অ্যাসিডের জলীয় দ্রবণ (খ) ফেরিক ক্লোরাইডের জলীয় দ্রবণ (গ) লেড নাইট্রেটের জলীয় দ্রবণ (ঘ) সলফার ডাই অক্সাইডের জলীয় দ্রবণ (ঙ) জিংক সলফেটের জলীয় দ্রবণ এবং (চ) আয়োডিনযুক্ত জল।

3 Write what you know about the use of hydrogen sulphide as a chemical reagent

৩। হাইড্রোজেন সলফাইডের রাসায়নিক বিকায়ক হিসাবে ব্যবহার সম্বন্ধে যাহা জান লিখ।

4 How is hydrogen sulphide generated in the laboratory for use as a chemical reagent? Give a neat sketch of the apparatus used Explain why dilute nitric acid cannot be used in place of dilute sulphuric acid in the preparation of hydrogen sulphide

৪। হাইড্রোজেন সলফাইড রাসায়নিক বিকায়ক হিসাবে পরীক্ষাগারে ব্যবহার করিবার জন্য কিভাবে উৎপাদন করা হয় চিত্রসহকারে তাহা বর্ণনা কর। হাইড্রোজেন সলফাইড প্রস্তুত করিতে পাতলা সলফিউরিক অ্যাসিডের স্থলে পাতলা নাইট্রিক অ্যাসিড কেন ব্যবহার করা যায় না তাহা বিশদভাবে বুঝাইয়া দাও।

5 Write what you know about sulphides Give the name with formulae of some of the natural sulphides State how the metallic sulphides have been classified

৫। সলফাইড লবণ সম্বন্ধে যাহা জান লিখ। কয়েকটি প্রাকৃতিক সলফাইডের নাম সংক্ষেপে সহকারে উল্লেখ কর। ষাটের সলফাইডগুলির কিভাবে শ্রেণী বিভাগ করা হইয়াছে তাহা বর্ণনা কর।

6 Describe in the form of experiments the reducing property and the acid character of hydrogen sulphide. Discuss the following reactions with equations —

- (a) gaseous hydrogen sulphide passed into caustic soda solution  
 (b) hydrogen sulphide is passed into an alkaline zinc salt solution  
 (c) hydrogen sulphide is passed into saturated solution of sulphur dioxide cooled in ice; (d) hydrogen sulphide is passed into bromine water

৬। হাইড্রোজেন সলফাইডের বিকারক গুণ এবং অ্যাসিড ধর্ম পরীক্ষামূলকভাবে বর্ণনা কর। নিম্নলিখিত বিক্রিয়াগুলি সমীক্ষণ সহকারে বর্ণনা কর —

- (ক) হাইড্রোজেন সলফাইড গ্যাস কঠিক সোডার জলীয় দ্রবণে চালনা করা হইল  
 (খ) হাইড্রোজেন সলফাইড গ্যাস ক্ষারীয় জিকের দ্রবণের দ্রবণে চালনা করা হইল (গ) বরফ দ্বারা সলফার ডাই অক্সাইডের সংপৃক্ত দ্রবণকে শীতল করিয়া তাহার মধ্য দিয়া হাইড্রোজেন সলফাইড চালনা করা হইল (ঘ) ব্রোমিন জলের মধ্যে হাইড্রোজেন সলফাইড চালনা করা হইল।

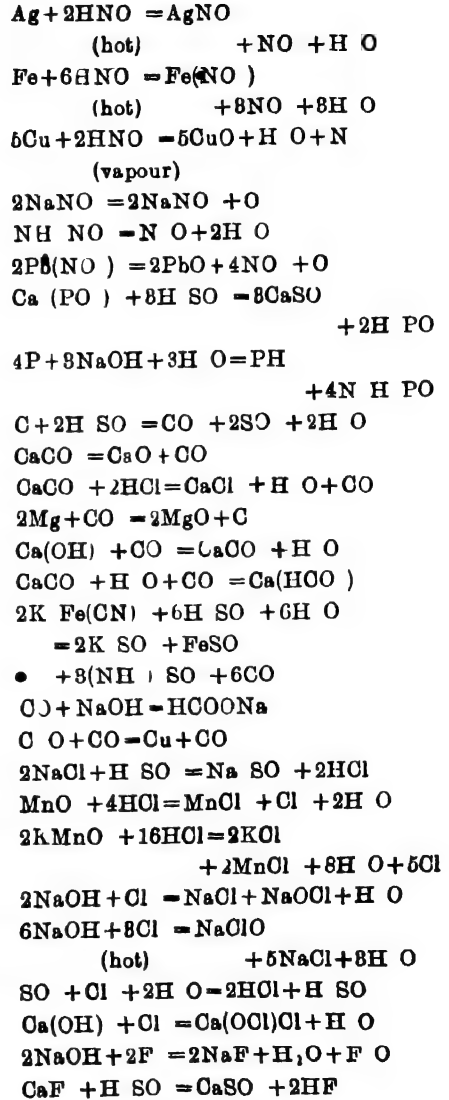
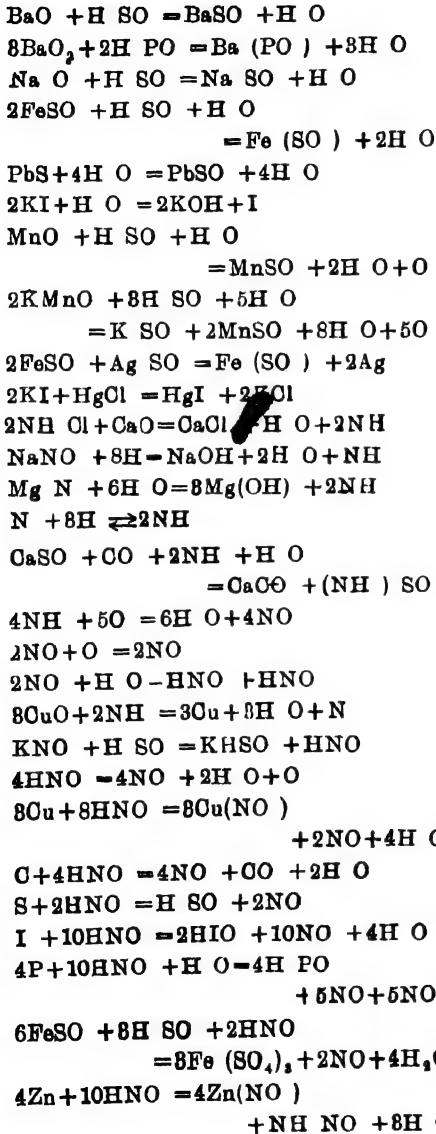
7 Write short note on

The use of  $H_2S$  as an analytical reagent

(Higher Secondary West Bengal 1963)

৭। হাইড্রোজেন সলফাইডের বিকারক হিসাবে ব্যবহার সম্বন্ধে নতিদীর্ঘ বর্ণনা দাও।

## প্রয়োজনীয় সমীকরণসমূহ





## পরিভাষা

<b>ABSOLUTE scale</b> —পরম স্কেল বা	<b>Bee hive self</b> —মধুকোষ পীঠ
মাত্রা	<b>Bell jar</b> —বেল জার কাচের
<b>Absolute temperature</b> —পরম	পরিচ্ছাদক
উষ্ণতা	<b>Binary compound</b> —দ্বিযোগিক
<b>Absorbed</b> —বিশোষিত	পদার্থ
<b>Absorption</b> —বিশোষণ	<b>Boiling point</b> —শুটিনাক
<b>Acidic</b> —আম্লিক	<b>Bone ash</b> —অস্তিভস্ম
<b>Acidification</b> —অম্লীকরণ	<b>Bunsen burner</b> —বুনসেন দীপ
<b>Acidify</b> —অম্ল কবা	<b>CAMPHOR</b> —কর্পুর
<b>Acidity of a base</b> —ক্ষারের	<b>Capillary tube</b> —কেশ নল
অম্লগ্রাহিতা	<b>Clay pipe triangle</b> —মুখাধার
<b>Acid proof</b> —অম্লপ্রমাণ	<b>Concentrate</b> —গাঢ়ীকরণ
<b>Acid salt</b> —অম্ল লবণ	<b>Condensation</b> —ঘনীভবন
<b>Acid strong</b> —তীব্র অম্ল	<b>Condenser</b> —শীতক
<b>Acid weak</b> —মৃদু অম্ল	<b>Conduction</b> —পরিবাহিতা
<b>Activated</b> —ক্রিয়াসম্বিত	<b>Cork borer</b> —ছিপিতে ছিদ্র
<b>Adsorption</b> —অবিশোষণ	কবিবার যন্ত্র
<b>Aerated</b> —বাতাস্বিত	• <b>Cycle</b> —চক্র
<b>Allotropic modification</b> —	<b>Carbon</b> —কার্বন।
রূপভেদ	<b>DEFLAGRATING SPOON</b>
<b>Analogous</b> —সদৃশ	—উজ্জ্বলন চামচ
<b>Analytical</b> —বৈশ্লেষিক	<b>Dehydrating agent</b> —নিরুদক
<b>Antiseptic</b> —বীজাণুবধক	কারক
<b>Apparatus</b> —যন্ত্র	<b>Deposit</b> —পরিষ্কার
<b>Aqua regia</b> —অম্লবাজ	<b>Di acid base</b> —দ্বি আম্লিক ক্ষার
<b>Artificial</b> —কৃত্রিম	<b>Dialyser</b> —বিশ্লেষক যন্ত্র
<b>Aspirator</b> —বাতচোষক	<b>Dissolve</b> —দ্রবীভূত করা
<b>Attraction</b> —আকর্ষণ	<b>Ductility</b> —প্রসার্যতা
<b>Bad conductor</b> —কু পরিবাহী	<b>EQUATION</b> —সমীকরণ
<b>Bath</b> —উষ্ণক	<b>Estimation</b> —পরিমাপন
<b>Beaker</b> —বীকার	

Eudiometer—গ্যাসমান যন্ত্র

Eudiometry—গ্যাসমিতি

Exo-thermic—তাপ উৎপাদক

Expansion—প্রসারণ

Fixation—বন্ধন

Formation—স গঠন

Fractional—আংশিক

Freezing mixture—হিমমিশ্র

Froth—ফেনা

Fuming—ধূমায়মান

Funnel—ফানেল

— Dropping—বিদ্যুপাতী—

— Separating—পৃথককারী—

— Thistle—দীর্ঘনল

Gas holder—গ্যাসাধার

Gas jar—গ্যাস জার

Germicidal—বীজাণু নাশক

Granular—দানাদার

Granulated zinc—জিকের (দত্তার)

ছিঁকড়া

Gravimetric composition—

তৌলিক সম্বন্ধ

Gun powder—বারুদ

Heat—তাপ (v) উত্তাপ দেওয়া

Heat of reaction—বিক্রিয়া তাপ

Hotness—উষ্ণতা

Hydrolysis—আর্দ্র বিশ্লেষণ

Hypothesis—প্রকল্প

Identification—সনাক্ত করণ

Impurity—অপদ্রব্য

Incinerate

Incineration } ভস্মীকরণ

Ionisation—আয়নিত হওয়া

Kipp's Apparatus—কিপ যন্ত্র

LABORATORY—পরীক্ষাগার

প্রয়োগশালা, রসশালা

Ladle—হাতা

Lid—ঢাকনা

Lime kiln—চূনের ভাটি

Lustre—দ্যুতি

Lustrous—দ্যুতিমান

MALLEABILITY—ঘাতসহতা

Manometer—প্রেরমান যন্ত্র

Monacid—একম্লিক

Monatomic—এক পবমাণুক

Monocentric—এককেন্দ্রীয়

Mother liquor—শেষ দ্রব

NATIVE—প্রাকৃত

Non conductor—অপরিবাহী

Non luminous—দীপ্তিহীন

Non volatile—অমৃদায়ী

Normal pressure—প্রমাণ চাপ

Normal temperature—প্রমাণ

উষ্ণতা

N T P —প্রমাণ অবস্থা

Nitrogen—নাইট্রোজেন

OCTAHEDRAL—অষ্টতল

Odour—গন্ধ

Odourless—গন্ধহীন

Opaque—অস্বচ্ছ

Oven—চুল্লী

PNEUMATIC trough—গ্যাসদ্রোণী

Porosity—সবক্ষতা

Practical—ব্যবহারিক

Pressure—চাপ

Process—প্রক্রিয়া  
 Period—পর্যায়  
 Periodic law—পর্যায় সূত্র  
 Periodic table—পর্যায় সারণী  
 Physical change—অবস্থাগত  
 পরিবর্তন

Pumice—ঝামাপাথর  
 Preparation—প্রস্তুতি  
 Pressure—প্রেশ চাপ  
 Promoter—উদ্বীপক  
 Property—ধর্ম  
 Purification—শোধন

QUALITATIVE—আর্দ্র  
 Quantitative—মাত্রা  
 Raw material—খনিজ মাল  
 Reaction product—

বিক্রিয়াজাত ফল

Rearrangement—প্রতিবিচ্ছাস  
 Rectification—শোধন  
 Reducing agent—বিজাবক দ্রব্য  
 Regenerator—পুনরুৎপাদনকারী  
 Reversible—উভয়মুখী  
 Roasting—তাপ জারণ  
 Rock salt—খনিজ লবণ  
 SALT complex—জটিল লবণ  
 Separating funnel—পৃথককারী

ফানেল

Slow combustion—মৃদু দহন  
 Solidification—কঠিনীভবন  
 Solute—দ্রাবিত পদার্থ  
 Soot—ভূসা  
 Spark—ফুলিঙ্গ  
 Specific gravity—আপেক্ষিক

গুরুত্ব

Stand tripod—ত্রিপাদস্ট্যান্ড  
 Strong—তীব্র  
 —acid—তীব্র অম্ল  
 Superheated—অতি তপ্ত  
 Super saturated—অতি পৃক্ত  
 System—পদ্ধতি

TABLE—সারণী  
 Test—পরীক্ষা  
 Tongs—চিমটা  
 Tower—স্তম্ভ  
 Test tube stand—পরীক্ষা

নলধানী

Thermometer—তাপমাত্রা যন্ত্র  
 Transformation—রূপান্তর  
 Transition temperature—  
 —পরিবর্তন

Turbid—ঘোলাটে

UNDECOMPOSED—অবিকৃত  
 Unstable—দুঃস্থিতি

VACUUM distillation—অনুপ্রেশ  
 পাতন

Vapour density—বাষ্পীয় ঘনত্ব  
 Vapourisation—বাষ্পীকরণ  
 বাষ্পীভবন

Volumetric composition—  
 আয়তনিক সংযুতি

WASH bottle—ধোতকরণ বোতল  
 Water proof—জলাভেদ  
 White hot—শ্বেত তপ্ত  
 Woulfe's bottle—উল্ফ বোতল  
 ZINC dust—দস্ত বজ









